

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Juli 2004 (15.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/059828 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷:
G05B 9/02, H02H 3/05

H02P 3/06,

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): DANFOSS DRIVES A/S [DK/DK]; Ulsnes 1,
DK-6300 Graasten (DK).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DK2003/000871

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Dezember 2003 (15.12.2003)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FAABORG, Andreas
[DK/DK]; Parkgade, 87, DK-6400 Sønderborg (DK).
FREDERICHSEN, Kurt, Steen [DK/DK]; Rosenvej,
53, DK-6400 Sønderborg (DK). SACHMANN, Michael
[DK/DK]; Langbrogade, 29, DK-6400 Sønderborg (DK).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: DANFOSS A/S; Patentabteilung, DK-6430
Nordborg (DK).

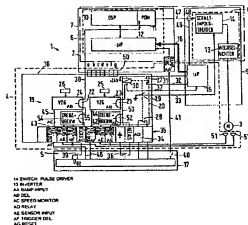
(30) Angaben zur Priorität:
102 61 454.7 31. Dezember 2002 (31.12.2002) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): AM, AT, AU, BA, BG,
BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE,

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(54) Title: MOTOR CONTROLLER ENABLING A SAFE STOP

(54) Bezeichnung: MOTORSTEUERUNG MIT SICHEREM HALT



(57) Abstract: The invention relates to a motor controller (1) containing a control unit (2) that is allocated to the motor (3), in particular a three-phase induction motor and a fail-safe device (4) for guaranteeing that the motor (3) can be stopped safely in accordance with a stop signal, which is used to actuate a fail-safe switching device (74, 75, 72, 73). Once the stop signal has been received, the fail-safe switching device interrupts the operating voltage of a switching pulse driver (14), which is provided in the control unit (2) and feeds switching pulses to the control terminals of controllable semiconductor switching elements in the electric circuit of the motor (3), and the feeding of the switching pulses, in a time-delayed manner by means of a delay device (72, 73). To implement the "safe stop" function in the simplest manner, the fail-safe switching device (74, 75, 72, 73) and the delay device (72, 73) are connected to the control unit (2) in the motor controller (1) and the delay device (72, 73) can be triggered by the stop signal via a terminal that can be accessed from outside the motor controller (1).

(57) Zusammenfassung: Eine Motorsteuerung (1) enthält eine dem Motor (3), insbesondere Drehstrommotor, zugeordnete Steuerungseinrichtung (2) und eine Sicherheitsvorrichtung (4) zur Gewährleistung eines „sicheren Halts“ des Motors (3) in Abhängigkeit von einem Halt-Signal, durch das eine Sicherheits-Schaltvorrichtung (74, 75, 72, 73) betätigbar ist. Durch die Sicherheits-Schaltvorrichtung wird die Betriebsspannung eines in der Steuerung (2) vorgesehenen Schaltimpuls-Treibers (14), über den Steueranschlüssen steuerbarer Halbleiterschalt Elemente

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

WO 2004/059828 A1



HR, HU, IL, IN, IS, JP, KR, KZ, LT, LU, LV, MD, MK,
MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SE, SG, SK, TR, UA, US,
UZ, VN, YU, ZA.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) Bestimmungsstaaten (regional): eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

im Stromkreis des Motors (3) Schaltimpulse zuführbar sind, und die Zuführung der Schaltimpulse nach Erhalt des Halt-Signals über eine Verzögerungseinrichtung (72, 73) verzögert unterbrochen. Um die Funktion „sicherer Halt“ mit geringerem Aufwand zu realisieren, ist erfindungsgemäss dafür gesorgt, dass die Sicherheits-Schalt-vorrichtung (74, 75, 72, 73) und die Verzögerungseinrichtung (72, 73) innerhalb der Motorsteuerung (1) mit der Steuereinrichtung (2) verbunden sind und die Verzögerungseinrichtung (72, 73) über einen außerhalb der Motorsteuerung (1) zugänglichen Anschluss durch das Halt-Signal auslösbar ist.

Motorsteuerung mit sicherem Halt

Die Erfindung bezieht sich auf eine Motorsteuerung mit einer dem Motor zugeordneten Steuereinrichtung und einer Sicherheitsvorrichtung zur Gewährleistung eines sicheren Halts des Motors in Abhängigkeit von einem Halt-Signal, durch das eine Sicherheits-Schaltvorrichtung betätigbar ist, die die Betriebsspannung eines in der Steuereinrichtung vorgesehenen Schaltimpuls-Treibers, über den den Steueranschlüssen steuerbarer Halbleiterschalt Elemente im Stromkreis des Motors Schaltimpulse zuführbar sind, und die Zuführung der Schaltimpulse nach Erhalt des Halt-Signals über eine Verzögerungseinrichtung verzögert unterbricht.

10

Eine Motorsteuerung dieser Art ist aus einer Bedienungsanleitung EDB9300DE-V004 "Installation, Inbetriebnahme - sicherer Halt" der Firma Lenze bekannt. Deren Sicherheitsvorrichtung greift durch ein Halt-Signal, das außerhalb des Motors, eines Drehstrommotors, und der Motorsteuerung manuell oder durch eine Sicherheits- und Überwachungsschaltung ausgelöst wird, direkt in die Steuereinrichtung und/oder über eine ebenfalls außerhalb des Motors und der Motorsteuerung angeordnete Verzögerungseinrichtung ein, um den Motor anzuhalten und zu verhindern, daß er ungewollt wieder anläuft. Die Motorsteuerung enthält einen Umrichter mit steuerbaren Leistungs-Halbleiterschalt Elementen, die über einen Schaltimpuls-Treiber angesteuert werden. Dabei bestimmt die Frequenz und Form der Schaltimpulse die Frequenz und Form der Betriebsspannung des Motors und damit auch dessen Drehzahl. Die Drehzahl kann über einen Drehzahlgeber zu einem Vergleichs zurückgeführt und mit einem Sollwert verglichen werden, um die Drehzahl zu regeln, wobei es sich um eine Steuerung mit Rückführung, d.h. eine Regelung, handelt. Sie kann aber auch direkt ("geradeaus", ohne sie zu messen) gesteuert werden. Um den

25

- 2 -

Motor anzuhalten, kann das Halt-Signal den Drehzahl-Sollwert über einen Rampengenerator auf Null herunterregeln oder -steuern, und nachdem der Motor angehalten hat, einen zusätzlichen Sicherheits-Halt auslösen, indem über die Verzögerungseinrichtung zusätzlich die Betriebsspannung des Motors abgeschaltet wird oder die Schaltimpulse unterbrochen werden.

Die Sicherheits-Schaltvorrichtung enthält ein Relais und ist ebenfalls außerhalb der Motorsteuerung angeordnet. Vor der Inbetriebnahme müssen daher die Sicherheits-Schaltvorrichtung und die Verzögerungseinrichtung in arbeits- und zeitaufwendiger Weise mit der Steuereinrichtung verbunden werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Motorsteuerung der eingangs genannten Art anzugeben, bei der die Funktion "sicherer Halt" mit geringerem Aufwand realisierbar ist.

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Sicherheits-Schaltvorrichtung und die Verzögerungseinrichtung innerhalb der Motorsteuerung mit der Steuereinrichtung verbunden sind und die Verzögerungseinrichtung über einen außerhalb der Motorsteuerung zugänglichen Anschluß durch das Halt-Signals auslösbar ist.

Bei dieser Lösung brauchen die Verzögerungseinrichtung und die Sicherheits-Schaltvorrichtung nicht erst auf Seiten des Benutzers (des Kunden) außen an der Steuereinrichtung angeschlossen zu werden. Vielmehr bilden sie schon einen internen Teil der Motorsteuerung. Der Verdrahtungsaufwand ist daher für den Benutzer geringer. Gleichzeitig verringert sich die Fehlerwahrscheinlichkeit. Eine Montageanleitung kann entfallen oder kurz gefaßt sein. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß unter Umständen eine sichere Drehzahlmessung entfallen kann, d.h. eine Drehzahlmessung mit einem hierzu bestimmten robusten Sensor. Die Messung kann entfallen, weil schon die Verzögerungseinrichtung in

vielen Fällen hinreichend Sicherheit bietet. Eine Lösung ohne einen solchen Drehzahlsensor ist günstiger, weil auch seine Anschlußverdrahtung entfällt.

Die Verzögerungszeit der Verzögerungseinrichtung kann manuell oder selbstständig auf die Auslaufzeit des Motors nach dem Abschaltvorgang einstellbar sein. Bei einer selbsttätigen Anpassung, die in Abhängigkeit von der Motordrehzahl möglich ist, entfällt eine manuelle, zeitaufwendige Einstellung der Verzögerungseinrichtung.

10 Die Verzögerungseinrichtung kann durch Hard- oder Software realisiert sein.

Sodann kann dafür gesorgt sein, daß die Sicherheits-Schaltvorrichtung eine Drehzahlüberwachungseinrichtung aufweist, durch die, wenn die Motordrehzahl einen vorbestimmten Grenzwert erreicht, die Sicherheits-Schaltvorrichtung ebenfalls betätigbar ist. Dies ermöglicht ein selbsttätiges Anhalten des Motors beim Erreichen und Überschreiten des Grenzwertes, insbesondere wenn der Grenzwert für Testzwecke kleiner als die Nennrehzahl ist.

20 Hierfür kann im Motor ein Drehzahlsensor eingebaut sein, der dessen Drehzahl mißt und das Drehzahlsignal der Drehzahlüberwachungseinrichtung zuführt.

Alternativ kann aus den dem Schaltimpuls-Treiber von einem Pulsdauermodulator zugeführten Schaltimpulsen, die die Frequenz bzw. Drehzahl des Motors bestimmen, die Drehzahl des Motors ableitbar und der Sicherheits-Schaltvorrichtung, insbesondere zusätzlich, zuführbar sein. Die Ableitung der Drehzahl aus den Schaltimpulsen kann sehr rasch erfolgen und erfordert keinen mechanischen Anbau am Motor. Wenn sie zusätzlich zur Auslösung eines Halts benutzt wird, erhöht dies die Sicherheit der Halt-Funktion.

30 Die Sicherheits-Schaltvorrichtung kann ein Relais und/oder Transistoren als Schaltelemente aufweisen. Durch ein Relais können mehrere Schalter (Schalt-

kontakte) gleichzeitig betätigt werden. Im Vergleich zu Halbleiterschalt-
elementen sind die Schaltkontakte und/oder die Spule des Relais weniger empfindlich
gegen Überströme und/oder -spannungen. Ein Transistor bietet jedoch die
Möglichkeit einer einfachen Prüfung der Funktionsfähigkeit der Sicherheits-

5 Schaltvorrichtung während Betriebs.

Sodann kann eine externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung vorgese-
hen sein, durch die das Halt-Signal einem Rampensignalgenerator in der Steu-
ereinrichtung zuführbar ist, durch den ein Sollwert der Motordrehzahl bis auf
10 Null herabführbar ist. Dies ermöglicht ein allmähliches Verringern der Drehzahl
bis zum Halt des Motors, so daß man ohne Bremse auskäme.

Vorzugsweise ist dafür gesorgt, daß das Relais einen im Betriebsstromkreis des
Schaltimpuls-Treibers liegenden, im Normalbetrieb geschlossenen Kontakt
15 aufweist und mit einem im Normalbetrieb durch ein erstes Verzögerungsglied
der Verzögerungseinrichtung durchgesteuerten ersten Transistor der Sicher-
heits-Schaltvorrichtung in Reihe liegt, daß das erste Verzögerungsglied durch
das Halt-Signal auslösbar ist und bei Ablauf seiner Verzögerungszeit den ersten
Transistor sperrt, und daß die Verzögerungszeit des ersten Verzögerungsglie-
20 des etwa gleich der Auslaufzeit des Motors ist. Auf diese Weise wird zusätzlich
durch ein erstes redundantes Halt-Signal dafür gesorgt, daß das Relais nach
Ablauf der Verzögerungszeit des ersten Verzögerungsgliedes abgeschaltet wird
und der im Motorstromkreis liegende Kontakt diesen Stromkreis unterbricht,
wenn der Motor durch das ursprüngliche Halt-Signal aufgrund einer Fehlfunkti-
25 on, beispielsweise des Rampengenerators, nicht zum Stillstand gekommen sein
sollte.

Vorzugsweise ist ein zweites Verzögerungsglied der Verzögerungseinrichtung
durch das Halt-Signal auslösbar und ein zweiter Transistor der Sicherheits-
30 Schaltvorrichtung, der im Normalbetrieb durchgesteuert ist und den Pulsdau-
ermodulator in Betrieb hält, durch das zweite Verzögerungsglied bei Ablauf sei-

ner Verzögerungszeit, die gleich der des ersten Verzögerungsgliedes ist, sperrbar, so daß dem Schaltimpuls-Treiber keine Schaltimpulse mehr zuführbar sind und er anhält. Durch dieses Not-Halt-Signal wird die Verzögerungseinrichtung übersteuert und der Abschaltvorgang der Schaltimpulse und der damit verbundene Halt des Motors unverzüglich ausgelöst.

Sodann kann die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung in Reihe mit dem ersten und dem zweiten Transistor ein im Normalbetrieb durchgeschaltetes Schaltelement aufweisen, das durch ein Not-Halt-Signal einer Überwachungseinrichtung in der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung in den (geöffneten) Sperrzustand steuerbar ist.

Eine Weiterbildung kann darin bestehen, daß das Relais einen ersten Rückmeldekontakt aufweist, über den beim Abschalten des Relais ein Signal an einen Diskriminator abgebar ist, der die Betriebsspannung an der Relais-spule überwacht, und daß durch den Diskriminator ein Alarmsignal auslösbar ist, wenn er einen Anstieg der Spannung an der Relaispule feststellt, aber über den ersten Rückmeldekontakt kein Signal erhält. Dadurch wird auch die Funktionsfähigkeit des ersten Verzögerungsgliedes und des Relais überprüft.

Zusätzlich kann dafür gesorgt sein, daß das Relais einen zweiten Rückmeldekontakt aufweist, über den beim Abschalten des Relais ebenfalls ein Signal abgebar ist. Dadurch wird die Funktionsfähigkeit des Relais und des ersten Verzögerungsglieds zusätzlich überprüft.

Das Signal des zweiten Rückmeldekontakts kann an die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung abgebar sein und die Betriebsspannung der Motorsteuerung durch die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung abschaltbar sein, wenn die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung über den zweiten Rückmeldekontakt kein Signal erhält.

Ferner kann zur Prüfung der Funktionssicherheit durch das zweite Verzögerungsglied ein Rückmeldesignal an die Sicherheits- und Überwachungsschaltung abgebar sein.

- 5 Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachstehend anhand der beiliegenden Zeichnungen bevorzugter Ausführungsbeispiele und Abwandlungen dieser Ausführungsbeispiele näher beschrieben. In den Zeichnungen stellen dar:
- 10 Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Motorsteuerung für einen elektrischen Motor mit einer erfindungsgemäßen Sicherheitsvorrichtung,
- Fig. 2 eine Abwandlung der Sicherheitsvorrichtung nach Fig. 1,
- 15 Fig. 3 eine weitere Abwandlung der Sicherheitsvorrichtung nach Fig. 1,
- Fig. 4 eine dritte Abwandlung der Sicherheitsvorrichtung nach Fig. 1,
- 20 Fig. 5 eine vierte Abwandlung der Sicherheitsvorrichtung nach Fig. 1,
- Fig. 6 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum selbsttätigen Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung in der erfindungsgemäßen Sicherheitsvorrichtung und ein zugehöriges Impulsdiagramm,
- 25 Fig. 7 eine Abwandlung der Prüfvorrichtung nach Fig. 6 mit einem zugehörigen Impulsdiagramm,
- 30 Fig. 8 ein verallgemeinertes Blockschaltbild der Prüfvorrichtung nach den Fig. 6 und 7 mit zugehörigen Impulsdiagrammen,

- 7 -

- Fig. 9 ein Schaltbild einer abgewandelten erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung für die Funktionsfähigkeit von Ein- und Ausgängen einer der in Fig. 5 dargestellten Sicherheits-Schaltvorrichtungen mit zugehörigen Impulsdigrammen,
- Fig. 10 ein Schaltbild einer weiteren Abwandlung einer Vorrichtung zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung mit zugehörigen Impulsdigrammen,
- Fig. 11 ein Schaltbild einer weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Prüfung der Funktionsfähigkeit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung mit zugehörigen Impulsdigrammen und
- Fig. 12 schematisch einen Elektromotor mit einer erfindungsgemäßen Motorsteuerung in Form eines Umrichters.

Die Motorsteuerung 1 nach Fig. 1 enthält eine Sicherheitsvorrichtung 4, die mit einer Steuereinrichtung 2, hier einem Umrichter, verbunden ist und an die eine benutzerseitige, externe, d.h. außerhalb der Motorsteuerung 1 angeordnete, Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 angeschlossen ist. Die Steuereinrichtung 2 ist dem Motor 3 zugeordnet und enthält eine Schwachstrom-Steuereinheit 6 auf einer Karte 7 (Platine) - weiterhin auch "Steuerkarte" genannt - und eine Starkstrom-Steuereinheit 8 (auch "Leistungs-Steuereinheit" genannt) auf einer Starkstrom-Steuerkarte 9 (auch "Leistungs-Steuerkarte" genannt).

Die Schwachstrom-Steuereinheit 6 enthält einen digitalen Signalprozessor (DSP) 10, der einen Pulsdauermodulator (PDM) 11 aufweist und mit einem Mikroprozessor (μP) 12 über die als Doppelpfeil dargestellte Verbindung kommuniziert.

Die Starkstrom-Steuereinheit 8 enthält einen Wechselrichter 13, der Leistungs-Halbleiterschalt-elemente, hier sogenannte IGBTs (IGBT = Insulated Gate Bipolar Transistor), in Dreiphasen-Brückenschaltung aufweist. Ferner enthält die Starkstrom-Steuereinheit 8 einen Schaltimpuls-Treiber 14, der Steueranschlüssen der Leistungs-Halbleiterschalt-elemente des Wechselrichters 13 über eine
5 der Anzahl der Leistungs-Halbleiterschalt-elemente entsprechende Anzahl von Treiberstufen Schalt-impulse zur Steuerung der Leistungs-Halbleiterschalt-elemente zuführt. Der Schaltimpuls-Treiber 14 enthält Trenntransformatoren für eine sichere, potentialfreie Verbindung der Schwachstrom- oder Niederspannungsseite mit der Starkstrom- oder Hochspannungsseite. Die Schaltimpulse
10 werden durch den digitalen Signalprozessor 10 in Verbindung mit dem Mikroprozessor 12 erzeugt und durch den Pulsdauermodulator 11 in ihrer Dauer so moduliert, daß der Motor 3 über den Wechselrichter 12 als Betriebsstrom einen etwa sinusförmigen Dreiphasenstrom erhält, dessen Frequenz dem Sollwert der
15 Drehzahl entspricht. Der Mikroprozessor 12 sorgt u.a. ferner dafür, daß ein Gerät oder eine Anlage, beispielsweise eine Pumpe oder ein Aufzug, entsprechend den Belastungsanforderungen mit der jeweils erforderlichen Drehzahl angetrieben wird. Der digitale Signalprozessor 10 steuert u.a. die durch den Pulsdauermodulator 11 ausgeführte Pulsdauermodulation.

20 Auf der Karte 9 ist ein weiterer Mikroprozessor 15 angebracht. Neben der Verarbeitung von Meßsignalen von Strömen, Spannungen, Temperaturen und der Steuerung eines Ventilators dient er auch der Prüfung der Funktionsfähigkeit der Sicherheitsvorrichtung 4, genauer gesagt einer in ihr enthaltenen Sicherheits-Schaltvorrichtung. Die Prüfung der Funktionsfähigkeit besteht im wesentlichen darin, festzustellen, ob ein Halt-Signal oder Haltbefehlssignal, bei dessen
25 Zuführung aus der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 letztlich der Motor 3 anhalten soll, ohne unabsichtlich wieder anzulaufen, tatsächlich wirksam war. Falls der Motor 3 nach Abgabe eines Haltbefehlssignals nicht anhält bzw. keine Anhaltaktivitäten in der Motorsteuerung in Gang gesetzt werden,
30 führt der Mikroprozessor 15 dem Mikroprozessor 12 über eine Busverbindung

- 9 -

16 ein Halt-Signal zu, das durch den Mikroprozessor 12 und den digitalen Signalprozessor 10 ausgeführt wird.

- Die Sicherheitsvorrichtung 4 enthält auf einer Karte 18, weiterhin auch "Optionskarte" genannt, eine Sicherheits-Schaltvorrichtung 19 mit einem Relais 20, Transistoren 21 und 22 sowie eine Verzögerungseinrichtung aus zwei Verzögerungsgliedern 23 und 24, deren Verzögerungszeit durch Einstellvorrichtungen 25 und 26 einstellbar ist.
- 10 Das Relais 20 hat drei Kontakte 27, 28 und 29, die hier im stromlosen Zustand der Spule 30 des Relais dargestellt sind. Der Kontakt 27 ist über Leitungen 31, 32 mit dem Mikroprozessor 15 verbunden. Der Kontakt 29 liegt im Betriebsstromkreis 33 des Schaltimpuls-Treibers 14. Der Kontakt 28 ist über Anschlüsse 34 einer Anschlußleiste 35 auf der Karte 18 mit einer Prüfspannung über die
- 15 Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5, die z.B. in einem Schaltschrank 17 angeordnet ist, verbunden. Der Transistor 21 liegt in Reihe mit der Spule 30 des Relais 20 an einer Betriebsspannung U_{B1} von beispielsweise 24 V und ist über Anschlüsse "Relais" und "Erde", die zum Anschließen eines Schalters 36, hier eines Kontakts eines Relais, in der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 und "Erde" dienen, sowie über den Schalter 36 mit "Erde" verbunden.
- 20 Ein zur Auslösung eines gewöhnlichen Halt-Signals zum Anhalten des Motors 3 betätigbarer Schalter 40 in der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 ist über eine Leitung 41 und einen Anschluß "Rampen-Generator-Eingang" auf der Karte 7 mit einem Rampengenerator im Mikroprozessor 12 verbunden.
- 25 An weiteren Anschlüssen 42 und 43 der Anschlußleiste 35, die einerseits jeweils mit einem Eingang des Verzögerungsglieds 23 bzw. 24 zu deren Auslösung über eine Leitung 44 bzw. 45 verbunden sind, sind andererseits separate Ausgangsleitungen 46 der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 angeschlossen.
- 30

-10-

An einer Verbindung 47 des Pulsdauermotors 11 mit dem Schaltimpuls-Treiber 14 ist ein Sensor 48 zum Messen der (Folge-)Frequenz der dem Schaltimpuls-Treiber 14 zugeführten Schaltimpulse als Maß für die Drehzahl des Motors 3 angeschlossen. Das Frequenz-Meßsignal wird über eine Leitung 49 einem weiteren Eingang des Mikroprozessor 15 zugeführt.

Die Karten 7 und 18 und ihre darauf angebrachten Schaltungsanordnungen sind durch einen Verbinder 50, hier einen Steckverbinder, der Anschlüsse a, b, c ... g aufweist, verbunden, wobei die Verbindungsleitungen 31, 32, 33, 37 zur Vereinfachung der Darstellung außerhalb des Verbinders 50 dargestellt sind. Anstelle eines Steckverbinders 50 kann die Verbindung der Karten 7 und 18 auch mittels eines an seinen Enden mit Steckkontakten versehenen Kabels, insbesondere Flachkabels, zwischen Aufnahmekontakten an den Karten 7 und 18 hergestellt werden. Desgleichen können die Karten 7 und 9 bzw. die auf ihnen angebrachten Schaltungsanordnungen durch einen Verbinder, wie den Verbinder 50, oder ein Steckverbindungskabel verbunden sein. Die auf den Karten 7 und 9 angeordneten Schaltungsanordnungen können aber auch gemeinsam auf einer einzigen Karte (Platine) angeordnet sein, so daß ein Verbinder zum Verbinden der Karten 7 und 9 entfallen kann.

Die gesamte Schaltungsanordnung auf den Karten 7 und 9 ist so ausgebildet, daß sie, wenn die Karte 18 nicht angeschlossen ist, als normale Motorsteuerung, hier als Umrichter, ohne Sicherheitsfunktion wirkt. Ist die Karte 18 dagegen angeschlossen, was vorzugsweise ab Fabrik vorgesehen, aber auch durch eine Nachrüstung möglich ist, so wechselt die Funktion der Motorsteuerung 1 bzw. des Umrichters von einer "gewöhnlichen Funktion" in eine solche mit "Sicherheitsfunktion", im vorliegenden Fall in die Funktion "sicherer Halt". Die Karte 18 wird daher auch als "Optionskarte" bezeichnet, da sie zusätzlich eine Sicherheitsfunktion ermöglicht. Das Vorhandensein der Karte 18 wird durch Messen einer Spannung an einem der Anschlüsse a-g, z.B. an dem Anschluß a,

- 11 -

überprüft. Wenn die Karte 18 nicht angeschlossen ist, liegt am Anschluß a eine hohe, andernfalls eine niedrige Spannung an.

Der Mikroprozessor 15 ist dabei so programmiert, daß er ohne Optionskarte 18 nur seine übliche Funktion im Regelkreis, hier Drehzahl-Regelkreis, wahrnimmt und bei angeschlossener Optionskarte 18 auch zur Sicherheitsfunktion beiträgt und funktionsmäßig einen Teil der Sicherheitsvorrichtung 4 bildet.

Die Sicherheitsvorrichtung 4 kann auf weitere Sicherheitsfunktionen ausgelegt sein, z.B. kann sie auf ein "Not-Aus"-, ein Lichtschranken-, Drehzahlgrenzwert-überschreitungs-, Sicherheitsbus- oder ein Signal anderer Sensoren, das das Anhalten des Motors verlangt, ansprechen. Diese Signale können aus der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 zuführbar sein. Als Beispiel wird anhand von Fig. 1 nur das Ansprechen auf ein Halt-Signal über den Schalter 40 erläutert, der beispielsweise durch Einschalten eines Relais in der Schaltung 5 geschlossen werden kann, um den Motor 3 anzuhalten.

So kann eine nicht dargestellte Pumpe, die von dem Motor 3 angetrieben wird, ein Überlaufen bewirken, das von einem Sensor gemeldet wird und ein Relais in der Schaltung 5 betätigt, das daraufhin den Schalter 40 schließt, so daß dem Mikroprozessor 12 über den Schalter 40, die Leitung 41 und den Rampen-Generator-Ein-gangsanschluß ein Signal zugeführt wird, das im Mikroprozessor 12 einen Rampensignalgenerator bzw. eine gleichwirkende programmierte Funktion des Mikroprozessors 12 auslöst, durch den bzw. die ein rasch bis auf Null abnehmendes Drehzahl-Sollwert-Signal, ein "Rampen-Signal", in der Steuereinheit 6 bewirkt, daß die Drehzahl des Motors 3 entsprechend rasch abnimmt, bis er stillsteht oder nach dem Verschwinden des Rampen-Signals aufgrund seiner Massenträgheit ausläuft.

Hierbei gibt der Mikroprozessor 12 das Rampen-Signal an den digitalen Signalprozessor 10 weiter, der den Pulsdauermodulator 11 stetig abschaltet, so daß

dem Schaltimpuls-Treiber 14 und damit auch den Schaltelementen im Wechsel-
richter 13 zum Schluß keine weiteren Schaltimpulse zugeführt werden. Gleich-
zeitig mit dem Schließen des Schalters 40 wird, bei weiterhin geschlossenen
Schaltern 36 und 39 der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5, über die
5 Leitungen 46, die Anschlüsse "Verzögerungsglied-Auslö-sung" und die Leitun-
gen 43, 44 den Auslöseeingängen der Verzögerungsglieder 23 und 24 jeweils
ein Auslösesignal zugeführt. Im Normalbetrieb halten die Verzögerungsglieder
23 und 24 die Transistoren 21 und 22 durchgesteuert, so daß ein Strom durch
die Relaisspule 30 fließt und die Kontakte 27, 28 geöffnet sind, dagegen der
10 Kontakt 29 geschlossen ist. Nach Ablauf der Verzögerungszeit sperrt das Ver-
zögerungsglied 23 den Transistor 21, so daß das Relais 20 abfällt, der Kontakt
29 geöffnet und der Betriebsstrom des Schaltimpuls-Treibers 14 unterbrochen
wird. Gleichzeitig werden die Kontakte 27 und 28 geschlossen. Die Verzöge-
rungszeit des Verzögerungsglieds 23 entspricht etwa der Dauer des Herunter-
15 fahrens des Motors 3, einschließlich der Ansprechverzögerungszeit des Relais
20. Das Abschalten bzw. das Unterbrechen des Betriebsstroms des Schaltim-
puls-Treibers 14 erfolgt mithin, wenn die Motordrehzahl Null oder nahezu Null
ist. Statt alle Treiberstufen abzuschalten, können auch nur diejenigen abge-
schaltet werden, die die mit dem positiven oder mit dem negativen Pol der Be-
20 triebsspannung des Wechselrichters 13 verbundenen "oberen" oder "unteren"
Leistungs-Schalt-elemente des Wechselrichters 13 steuern.

Das andere Verzögerungsglied 24 erzeugt nach Ablauf seiner Verzögerungs-
zeit, die gleich der des Verzögerungsglieds 23 ist, ein redundantes Abschaltsig-
25 nal. Dieses Signal sperrt den Transistor 22, wodurch dem Rücksetzeingang R
ein Rücksetzsignal (Spannung Null) zugeführt wird, so daß auch der Betrieb
des digitalen Signalprozessors 10 und des Pulsdauernmodulators 11 eingestellt
wird und mithin der Schaltimpuls-Treiber 14 auch keine Schaltimpulse mehr
erhält. Gleichzeitig mit dem Abschaltsignal meldet das Verzögerungsglied 24,
30 über einen Anschluß "Rückmeldung" der Anschlußleiste 35 an die Sicherheits-
und Überwachungsschaltung 5 zurück, daß es das Abschaltsignal abgegeben

hat. In Speicher-einrichtungen der Einstellvorrichtungen 25 und 26 liegen die Verzögerungszeiten abrufbereit.

- Zusätzlich zu dem Halt-Signal über den Schalter 40 erhält die Steuereinrichtung
- 5 2 zur Erhöhung der Sicherheit mithin noch zwei weitere (redundante) Halt-Signale, um mit hoher Sicherheit zu gewährleisten, daß dem Motor 3 - nach der Abgabe des Halt-Signals über den Schalter 40 - keine Betriebsenergie über die Steuereinrichtung 2 bzw. den Umrichter zugeführt wird und der Motor 3 nicht nur anhält, sondern auch nicht wieder anläuft.

- 10 Die Kontakte 27 und 28 des Relais 20 dienen zur Rückmeldung und Überprüfung, daß bzw. ob das Verzögerungsglied 23 tatsächlich ein Abschaltsignal abgegeben hat. Nach dem Abfallen des Relais 20 prüft der Mikroprozessor 15 den Schaltzustand des Kontakts 27, indem er versucht, ein Signal über den Kontakt
- 15 27 zu leiten. Wenn der Kontakt 27 ein Signal durchläßt, interpretiert der Mikroprozessor 15 dies so, daß der Kontakt 27 geschlossen ist und der Kontakt 29 den Betriebsstrom des Schaltimpuls-Treibers 14 tatsächlich unterbrochen hat. Über den mit der Anschlußleiste 35 verbundenen Kontakt 28 des Relais 20 leitet die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 die Prüfspannung.
- 20 Wenn die Prüfspannung durchgelassen wird, wird dies von der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 als Rückmeldung bzw. Bestätigung interpretiert, daß der Kontakt 29 geöffnet, der Steuereinrichtung 2 ein Abschaltsignal zugeführt bzw. der Betriebsstrom des Schaltimpuls-Treibers 14 unterbrochen und mithin der Motor 3 angehalten wurde.

- 25 Der Mikroprozessor 15 prüft ferner über die Leitung 37, ob die Spannung an der Relaispule 30 durch das Sperren des Transistors 21 angestiegen ist. Wenn dies der Fall ist, und Kontakt 27 auch geschlossen ist, ist alles in Ordnung. Falls der Kontakt 27 nicht geschlossen wurde, liegt ein Fehler in der Sicherheitsvor-
- 30 richtung 4 vor, und der Mikroprozessor 15 löst ein Alarmsignal aus.

- 14 -

In Anwendungsfällen mit hohen Sicherheitsanforderungen, werden Rückmelde- oder Bestätigungssignale, wie sie über die Kontakte 27 und 28 abgegeben werden, an die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 geleitet, die wiederum die Hauptstromversorgung der Motorsteuerung 1 unterbricht, wenn
15 wider Erwarten kein Rückmeldesignal in der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 eintrifft. Um eine verfrühte Unterbrechung der Hauptstromversorgung zu verhindern, ist daher auch in der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 ein Verzögerungsglied vorgesehen, das erst nach Ablauf seiner Verzögerungszeit eine Betriebsunterbrechung zuläßt. Anstelle dieses
10 Verzögerungsglieds kann auch ein Relais mit entsprechend hoher Ansprechverzögerung zum Auslösen der Betriebsunterbrechung in der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 4 vorgesehen sein.

Die Verzögerungsglieder 23 und 24 können jeweils als integrierte Schaltung
15 beispielsweise vom Typ 555 ausgebildet sein, die nach Ablauf der Verzögerungszeit einen Transistor sperrt. Die Verzögerungszeit kann ferner fest vorgegeben sein, z.B. in einem Speicherelement. Sie kann aber auch durch umsteckbare Steckverbindungen auf der Karte 18 oder mittels eines Potentiometers durch den Benutzer einstellbar sein. Alternativ kann sie durch die externe Si-
20 cherheits- und Überwachungsschaltung 5 über die Anschlußleiste 35 vorgegeben werden. Ferner ist es möglich, die Verzögerungszeit dynamisch als Funktion der Drehzahl und/oder der Massenträgheit des Motors 3 selbsttätig einstellbar vorzugeben. Eine Alternative zur Ausbildung mit diskreten Bausteinen besteht darin, die Verzögerungseinrichtung durch eine Software in einem Mikro-
25 prozessor zu realisieren.

Über die Schalter 36 und 39 in der benutzerseitigen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 kann jeweils unverzögert ein Halt ausgelöst werden. So kann der Benutzer an die Anschlüsse "Relais" und "Erde" bzw. "Relais" und
30 "U_{B3}" (U_{B3} = z.B. 5 V) jeweils einen Überwachungsschalter anschließen, z.B. einen Lichtschranken-Schalter, bei dessen Betätigung der Stromkreis der Re-

laisspule 30 - ohne Verzögerung durch das Verzögerungsglied 23 - unterbrochen bzw. die Rückstellung des digitalen Signalprozessors 10 über seinen Rückstelleingang R ohne Verzögerung durch das Verzögerungsglied 24 ausgelöst wird. Die Verzögerungsglieder 23 und 24 werden dadurch übersteuert.

5

Die Motorsteuerung 1 nach Fig. 2 ist gegenüber der in Fig. 1 dargestellten insofern abgewandelt, als eine zusätzliche Sicherheitsfunktion, die Drehzahlüberwachung nach der Norm IEC 61800-5, auf der Optionskarte 18 implementiert ist. Sie dient der Überwachung der Motordrehzahl, um den Betrieb der Steuereinrichtung 2 und damit den Betrieb des Motors 3 möglichst rasch anzuhalten, wenn die Drehzahl einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Die Drehzahlüberwachung ist insbesondere bei der Inbetriebnahme größerer Anlagen vorteilhaft, um den Motor 3 zur Durchführung eines Tests der Anlage oder, wenn eine Wartung während des Betriebs durchgeführt werden muß, nur mit beispielsweise 30 % seiner Nennbetriebsdrehzahl betreiben zu können. Durch die Drehzahlüberwachungseinrichtung wird der Betrieb der Steuereinrichtung 2 und damit der des Motors 3 angehalten, sobald die vorgegebene Drehzahlgrenze überschritten wird.

- 20 Um die Drehzahlüberwachung in "sicherer Technik" zu realisieren, sind drei Drehzahl-signale vorgesehen. Zwei Drehzahl-signale werden durch unmittelbare Messung der Drehzahl mittels zweier Drehzahlsensoren 51 und 51' an der Motorwelle erzeugt und das dritte aus der Folgefrequenz der pulsdauermodulierten Ausgangsimpulse des Pulsdauermodulators 11 mittels des Drehzahlsensors 48
- 25 abgeleitet und dem Mikroprozessor 15 über eine Leitung 49 zugeführt. Die Ableitung des Drehzahl-signals aus der Folgefrequenz der Schaltimpulse ist auf einfache Weise möglich. Eine Möglichkeit besteht darin, die Spannung an der Verbindung 47 zu messen und mit einem vorgegebenen U/f-Verhältnis zu vergleichen. Dadurch kann die Frequenz f ermittelt werden. Dieses Verfahren ist
- 30 aber nur bei Umrichtern mit U/f-Steuerung möglich.

-16-

Auf der Optionskarte 18 ist ein Transistor 52 mit dem Transistor 21 in Reihe geschaltet und ein Drehzahlüberwacher 53 ausgangsseitig mit der Basis des Transistors 52 verbunden oder mit diesem integriert. Eingangsseitig ist der Drehzahlüberwacher 53 über Anschlüsse "Sensor-Eingang" der Anschlußleiste 5 35 mit dem Drehzahlsensor 51 verbunden. Die Reihenschaltung der Transistoren 21 und 52 bildet ein ODER-Glied. Wenn daher das Verzögerungsglied 23 den Transistor 21 oder der Drehzahlüberwacher 53 den Transistor 52 sperrt, wird der Kontakt 29 des Relais 20 geöffnet und der Betriebsstromkreis 33 des Schaltimpuls-Treibers 14 unterbrochen.

10 Wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist auf der Optionskarte 18 das redundante Verzögerungsglied 24 und zusätzlich ein redundanter Drehzahlüberwacher 54 angeordnet, der einen mit dem Transistor 22 in Reihe liegenden Transistor 55 sperrt, wenn das ihm ebenfalls über Anschlüsse "Sensor- 15 Eingang" zugeführte Drehzahlsignal des Drehzahlsensors 51' den vorgegebenen Drehzahlgrenzwert überschreitet.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel kann der Benutzer mittels der während des Betriebs geschlossenen Schalter 36 und 39 durch Öffnen des Schalters 36 20 oder 39 den Betrieb des Umrichters und damit des Motors 3 direkt, unter Übersteuerung der Verzögerungsglieder 23, 24 und der Drehzahlüberwacher 53, 54, anhalten.

Bei der Abwandlung nach Fig. 3 ist die Sicherheitsvorrichtung 4 des Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 durch eine weitere Sicherheitsfunktion "sicherer Bus" 25 erweitert, wobei das in Fig. 2 dargestellte zweite Verzögerungsglied 24 und der zweite Drehzahlüberwacher 54 mit den Transistoren 22 und 55 zur Vereinfachung der Darstellung in Fig. 3 weggelassen sind.

30 Sicherheitsbusse sind gewöhnliche Kommunikationsbusse, die durch eine Sicherheitsfunktion erweitert sind. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist als Sicher-

-17-

- heitsbus 56 der Bus Profisafe® vorgesehen, der die "sichere" Version des sogenannten "Profibusses" ist. "Profibus" ist ein bekanntes Bus-Protokoll für die Kommunikationsbusse zwischen Anlagenelementen, wie Motorsteuerungen und speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Auch andere Busse, wie
- 5 CANopen Safety, AS-i Safety at Work, Device-net Safe, Interbus Safety, verfügen über sogenannte "sichere Technik". Der hier dargestellte Sicherheitsbus 56 ermöglicht eine Kommunikation über ein zweileitiges Kabel und ist über einen Anschluß "Sicherheitsbus" der Anschlußleiste 35 mit einem Buscontroller 57 verbunden. Die Redundanz eines Abschaltsignals über den Sicherheitsbus 56
- 10 wird durch zwei Mikroprozessoren 58 und 59 sichergestellt. Der Buscontroller 57 überwacht die Kommunikation. Falls irgendwo in einer Fabrikanlage ein Fehler auftritt und der dort oder entfernt installierte Motor 3 angehalten werden muß, wird über den Sicherheitsbus 56 und den Anschluß "Sicherheitsbus" auf der Optionskarte 18 ein Halt-Signal zum Buscontroller 57 übertragen, und von
- 15 diesem weiter über den Mikroprozessor 58 und den Mikroprozessor 59 über eine Verbindung 60 zum Mikroprozessor 12 auf der Karte 7, der wiederum dem Rücksetzeingang R ein Rücksetzsignal zuführt, so daß die Energiezufuhr zum Motor 3 unterbrochen wird.
- 20 Mit den Transistoren 21 und 52 liegt ein weiterer Transistor 61 in Reihe im Stromkreis der Relaispule 30. Der Mikroprozessor 58 führt dem Transistor 61 ein weiteres (redundantes) Halt-Signal zu, so daß der Transistor 61 gesperrt wird und das Relais 20 abfällt.
- 25 Somit werden vom Sicherheitsbus 56 aus zwei Halt-Signale erzeugt, die für den sicheren Halt des Motors 3 sorgen.

Der Mikroprozessor 12 kann ferner so programmiert und angeschlossen sein, daß er auch die Funktionssicherheit des Relais 20 und der Signalübertragungswege der Sicherheitsvorrichtung 4 prüft. Der Mikroprozessor 58 kann fer-

30

ner so programmiert sein, daß er die Signal-übertragung über den Sicherheitsbus durch ein CRC-Verfahren (Cyclic Redundancy Check) überprüft.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 ist im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 bis 3 auf der Karte 9 kein Mikroprozessor vorgesehen. Vielmehr ist die Funktion des Mikroprozessors 15 in die des Mikroprozessors 12 durch entsprechende Programmierung einbezogen. Es ist daher möglich, im Falle eines Defekts in der Starkstrom-Steuereinheit 8 die Karte 9 mit der Starkstrom-Steuereinheit 8 ohne den Mikroprozessor 15 auszuwechseln.

Ferner hat das Relais 20 nur die beiden Kontakte 28 und 29. Die Kontakte 28 und 29 sind im Normalbetrieb bei stromführender Relaisspule 30 geschlossen und verbinden die Betriebsspannung U_{B2} mit dem Schaltimpuls-Treiber 14, hier dem primärseitigen Schaltimpuls-Treiber 14₁, des in den primärseitigen und einen sekundärseitigen Schaltimpuls-Treiber 14₂ unterteilten Schaltimpuls-Treibers 14. Der primärseitige Schaltimpuls-Treiber 14₁ und der sekundärseitige Schaltimpuls-Treiber 14₂ sind über einen Transformator 62 zur Potentialtrennung induktiv gekoppelt.

Die Sicherungs- und Überwachungsschaltung 5 enthält zusätzlich zu den Schaltern 36 und 40 weitere Schalter 63, 64 und 65. Die Betriebsspannung U_{B4} liegt an dem einen Anschluß der Schalter 36, 63 und 64. Die anderen Anschlüsse der Schalter 63 und 64 sind über die Anschlüsse "Verzögerungsglied-Auslösung" der Anschlußleiste 35 jeweils mit einem Auslöseeingang der Verzögerungsglieder 23 und 24 verbunden. Der Schalter 65 ist mit seinem anderen Anschluß über den Anschluß "Sicherheitskanal II" mit dem einen Eingang eines INHIBIT-Glieds 66 verbunden. Das Verzögerungsglied 24 ist ausgangsseitig mit dem anderen Eingang des INHIBIT-Glieds 66 verbunden. Der Ausgang des INHIBIT-Glieds 66 ist mit dem Rücksetzeingang R des Pulsdauermodulators 11 bzw. des DSP 10 und über eine Trennstufe 68, hier einen hochohmigen

- 19 -

- Widerstand, mit einem Eingang des Mikroprozessors 12 verbunden. Die Leitung 33 ist ebenfalls über eine Trennstufe 67 mit einem Eingang des Mikroprozessors 12 verbunden. Ein Sensor 69 mißt die Spannung an der Verbindung 47 und führt den Meßwert über eine Leitung 70 einem Umsetzer 71 auf der Karte 5 18 zu. Der Ausgang des Umsetzers 71 ist über einen Anschluß "Sicherheitsrückmeldung II" der Anschlußleiste 35 mit der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 verbunden. Der Umsetzer 71 setzt die PDM-Signale in ein EIN- oder AUS-Signal um.
- 10 Die Wirkungsweise des Ausführungsbeispiels nach Fig. 4 ist weitgehend die gleiche wie die der vorhergehenden Ausführungsbeispiele. Wenn ein Halt-Signal der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 zugeführt wird, schließt der Schalter 40, und es wird der Rampengenerator im Mikroprozessor 12 über den Schalter 40 eingeschaltet, so daß der Motor 3 heruntergefahren wird.
- 15 Gleichzeitig werden die Schalter 63 bis 65 geschlossen. Dadurch werden die Verzögerungsglieder 23 und 24 ausgelöst, und dem INHIBIT-Glied 66 wird ein Signal zugeführt, durch das dem Rücksetzeingang R ein Rücksetzsignal zugeführt wird. Nach Ablauf der Verzögerungszeit des Verzögerungsglieds 23 fällt das Relais 20 ab. Durch das Abfallen des Relais 20 werden die Schalter 28 und 20 29 geöffnet, so daß die Betriebsspannung U_{B2} des Schaltimpuls-Treibers 14₁ abgeschaltet wird und der Mikroprozessor 12 über die Trennstufe 67 ein Signal erhält. Durch dieses Signal wird das Öffnen des Schalters 29 bestätigt. Nach Ablauf der Verzögerungszeit des Verzögerungsglieds 24 gibt dieses über das INHIBIT-Glied 66 ein weiteres Rücksetzsignal an den Rücksetzeingang R ab, 25 das den digitalen Signalprozessor 10 und den Pulsdauermodulator 11 zurücksetzt.
- Über die Trennstufe 68 wird das Rücksetzsignal zusätzlich dem Mikroprozessor 12 zugeführt, der dieses Signal benötigt, um nach einer Abschaltung der Steuereinrichtung 2 bzw. des Umrichters später einen korrekten Start durchzuführen. Nach Erhalt eines Rücksetzsignals speichert der Mikroprozessor 12 rele-
- 30

- 20 -

- vante Prozeßdaten, die bei Wiederinbetriebnahme verwendet werden. Die Trennstufen 67 und 68 dienen der Trennung der sicheren Signal-elektronik von der gewöhnlichen Betriebselektronik. Der Prozessor 12 überwacht den Sicherheitskanal II, ob über diesen ein Halt-Signal abgegeben wurde. Ein Elektronikfehler im Mikroprozessor 12 soll nicht bewirken können, daß das Abschaltssignal auf dem Sicherheitskanal II nicht ankommt, was z.B. der Fall sein kann, wenn das Potential am Mikroprozessor 12 unerwünscht auf Erdpotential absinkt. Im einfachsten Fall ist die Trennstufe ein hochohmiger Widerstand.
- 10 Der Sensor 69 mißt die Spannung an der Verbindung 47 und führt den Meßwert dem Umsetzer 71 auf der Karte 18 zu. Dieser vergleicht den Meßwert mit einem Bezugswert, und wenn der Meßwert unter dem Bezugswert liegt, dann meldet der Umsetzer 71 der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 über den Anschluß "Sicherheits-rückmeldung II", daß tatsächlich ein Rücksetzsignal abgegeben wurde und keine Schaltimpulse mehr auftreten.
- 15

- Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 sind die bei den vorherigen Ausführungsbeispielen vorgesehenen Verzögerungsglieder 23 und 24 jeweils durch Software, d.h. durch entsprechende Programmierung zweier über eine Mehrfachleitung M in Austauschverbindung stehender Mikroprozessoren 72 und 73 realisiert. Die Einstellung ihrer Verzögerungszeiten erfolgt weiterhin mittels der Einstellvorrichtungen 25 und 26. Mit den Mikroprozessoren 72 und 73 sind ferner zwei Sicherheits-Schaltvorrichtungen 74 und 75 verbunden, die jeweils nur einen Transistor aufweisen können, wie dargestellt, hier aber mehrere Transistoren und erforderlichenfalls Widerstände aufweisen. Mögliche Ausführungsbeispiele der Sicherheits-Schaltvorrichtungen 74 und 75 mit mehreren Transistoren sind in den Fig. 7, 8, 9 und 10 dargestellt, die später beschrieben werden. Die Funktionsfähigkeit dieser Sicherheits-Schaltvorrichtungen 74 und 75 wird durch den jeweils mit ihnen verbundenen Mikroprozessor 72 bzw. 73 geprüft. Diese Mikroprozessoren 72 und 73 können, soweit es ihre Verzögerungsfunktion betrifft, funktionsmäßig auch als Teil der Sicherheits-Schaltvorrich-
- 20
- 25
- 30

- tungen betrachtet werden. Die Sicherheitsvorrichtung 4 auf der Optionskarte 18 sorgt im wesentlichen für die gesamte Funktionssicherheit, d.h. die der Software und der Hardware. Die übliche Steuereinrichtung 2 ist mit den Sicherungsaufgaben nicht belastet. Um dies zu erreichen, wird die nötige "sichere"
- 5 Verdrahtung der Steuereinrichtung fabrikseitig ausgeführt. Auf den Karten 7 und 9 werden Kupferbahnen aufgebracht, die Sicherheitssignale für den "sicheren Halt" führen sollen, die aber erst beim Anschluß einer Optionskarte in Betrieb genommen werden.
- 10 Ein wesentlicher Aspekt bei diesem Ausführungsbeispiel ist der, daß alle wesentlichen, zur Funktion der Sicherheitsvorrichtung 4 gehörenden Bauteile auf der Optionskarte 18 angeordnet sind, insbesondere die Mikroprozessoren 72 und 73. Deren Software (Programm) braucht somit im wesentlichen nur auf die Durchführung der Sicherheitsfunktionen und hier auch auf die Prüfung der Si-
- 15 cherheits-Schaltvorrichtungen 74, 75 abgestimmt zu sein. Die Software des Mikroprozessors 12 und des DSP 10 der Steuereinrichtung 2 braucht daher im wesentlichen nur auf die Steueraufgaben der Steuereinrichtung 2 abgestimmt zu sein. Eine Änderung der Software für den Betrieb der Steuereinrichtung 2 kann mithin im Hinblick auf den jeweiligen Anwendungsfall des Motors 3 durch-
- 20 geführt werden, ohne die Software der Sicherheitsvorrichtung 4 ändern zu müssen, und umgekehrt. Dementsprechend ist die Software für den Betrieb der Steuereinrichtung 2 in einem Speicherteil K₃, K₄ des Mikroprozessors 12 und des DSP 10 und die Software für den Betrieb der Sicherheitsvorrichtung 4 in einem Speicherteil K₁, K₂ der Mikroprozessoren 72 und 73 gespeichert. Ein wei-
- 25 terer Vorteil der räumlichen Trennung der Programm-Speicherteile K₁, K₂ und K₃, K₄ besteht darin, daß bei einem Defekt eines Bauteils der Steuereinrichtung 2 oder der Sicherheitsvorrichtung 4 nur die jeweils defekte Karte 7, 9 oder 18 gegen eine neue ausgetauscht zu werden braucht. Denn auch bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Karten 7 und 9 sowie 7 und 18 durch Steckverbindungen, wie den Verbinder 50 oder ansteckbare Kabel (Flachkabel) verbunden,
- 30

- 22 -

die ein einfaches und rasches Auswechseln der betreffenden Karte ermöglichen.

Wie im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4, sind auch bei der Abwandlung nach
5 Fig. 5 zwei Sicherheitskanäle I und II zur Auslösung eines sicheren Halts und
zwei Sicherheitsrückmeldungskanäle I und II zur Rückmeldung (Bestätigung) an
die externe, benutzerseitige Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 (die in
Fig. 5 zur Vereinfachung der Darstellung weggelassen ist), daß der "sichere
Halt" tatsächlich erfolgt ist, vorgesehen.

10 So wird über den Drehzahlsensor 51, den Anschluß "Sensoreingang" der
Anschlußleiste 35 und einen Spannungspegeladapter SA ein Drehzahlsignal
dem Mikroprozessor 72 zugeführt, der es mit einem gespeicherten Grenzwert
vergleicht und über einen Ausgang A1 der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 ein
15 Abschaltsignal oder Halt-Signal zuführt. Wenn das Drehzahlsignal gleich dem
oder größer als der Grenzwert ist, unterbricht die Sicherheits-Schaltvorrichtung
74 die Betriebsspannung U_{B2} bzw. den Betriebsstromkreis 33 des Schaltimpuls-
Treibers 14₁. Zusätzlich wird durch einen Sensor 76 der Ausgangsstrom des
Wechselrichters 13 als Maß für die Drehzahl gemessen und das Meßsignal ei-
20 nem Umformer 77 über eine Leitung 78 zugeführt. Dieser formt das Strommeß-
signal I in eine diesem proportionale Frequenz f als Maß für die Drehzahl um
und führt das Drehzahlsignal ebenfalls dem Mikroprozessor 72 zu. Der Mikro-
prozessor 72 vergleicht das Drehzahlsignal mit dem gespeicherten Grenzwert
und unterbricht gegebenenfalls die Betriebsspannung U_{B2} bzw. den Betriebs-
25 stromkreis 33 des Schaltimpuls-Treibers 14₁, wenn dies noch nicht erfolgt ist.
Über einen Trennverstärker TR und den Anschluß "Sicherheitsrückmeldung I"
der Anschlußleiste 35 meldet der Mikroprozessor 72 der Sicherheits- und
Überwachungsschaltung 5, ob die Unterbrechung der Betriebsspannung erfolgt
ist oder nicht. Das zum Anschluß "Sicherheitsrückmeldung I" zurückgeführte
30 Signal wird ferner über die Leitung 78₁ dem Mikroprozessor 73 zugeführt, der
überprüft, ob das Sicherheitsrückmeldesignal gegeben wurde. Falls dies wider

Erwarten nicht gegeben wurde, liegt ein Fehler vor, und der Mikroprozessor 73 meldet einen Fehler.

Über Anschlüsse "Aktivierung DSF I (DSF = designierte Sicherheitsfunktion) und "Aktivierung DSF II" der Anschlußleiste 35 können seitens der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 ebenfalls Abschaltvorgänge in Abhängigkeit von weiteren Überwachungsfunktionen, wie der Überwachung des Drehmoments, der Temperatur oder der Spannung des Motors 3 oder irgendwelcher anderer vorbestimmter oder gewünschter Funktionen aktiviert werden, die wiederum über den Mikroprozessor 72 oder den Mikroprozessor 73 und die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 den "sicheren Halt" des Motors bewirken. Über Anschlüsse "Sicherheitskanal I" und "Sicherheitskanal II" können in gleicher Weise über die internen Verzögerungseinrichtungen der Mikroprozessoren 72 und 73 Abschaltbefehlsignale aus der externen Schaltung 5 der jeweiligen Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 und 75 zugeführt werden.

Wenn dem Mikroprozessor 73 über den Anschluß "DSF II", für den in diesem Beispiel eine direkte Abschaltfunktion programmiert ist, sowie über einen Spannungspegeladapter SA ein Abschaltbefehlssignal oder Halt-Signal zugeführt wird, betätigt der Mikroprozessor 73 über seinen Ausgang A4 die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75. Daraufhin wird dem digitalen Signalprozessor 10 von der Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 über die Leitung 38 und den Rücksetzeingang R ein Rücksetzsignal zugeführt und die weitere Erzeugung von Schaltimpulsen durch den Pulsdauermodulator 11 unterbrochen. Mithin wird der Motor 3 gehalten. Das Signal am Rücksetzeingang R wird außerdem über die Leitung 79 zu einem Eingang E₁ des Mikroprozessors 72 und über die Trennstufe 68 zum Mikroprozessor 12 zurückgeführt. Wenn nach Abgabe des Abschaltbefehlssignals kein Rücksetzsignal aufgetreten ist, meldet der Mikroprozessor 72 dies unter Umständen über seinen ausgangsseitigen Trennverstärker TR und den Anschluß "Sicherheitsrückmeldung I" der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 sowie dem Mikroprozessor 73 über die Leitung 78₁ als Zei-

chen dafür, daß in der Sicherheitsvorrichtung 4 ein Fehler aufgetreten ist bzw. ein Defekt vorliegt. Unter allen Umständen schaltet er ebenfalls über die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 den Motor 3 ab. Zusätzlich mißt der Sensor 48 am Ausgang des Pulsdauermodulators 11 bzw. auf der Verbindung 47 die Frequenz bzw. Drehzahl des Motors 3 und führt das Meßsignal dem Umsetzer 71 über eine Leitung 80 zu. Wenn das Meßsignal nicht einem Rücksetzsignal entspricht, meldet der Mikroprozessor 73 einen Fehler, der es über seinen ausgangsseitigen Trennverstärker TR zum einen über den Anschluß "Sicherheitsrückmeldung II" an die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 und zum anderen über eine Leitung 81 an den Mikroprozessor 72 weiterleitet. Die Mikroprozessoren 72 und 73 führen mithin wechselseitig die gleichen Prüfungen aus und prüfen sich auch immer gegenseitig.

Ein Spannungssensor 82 mißt ferner die Spannung U_{B2} am Betriebsspannungseingang des Schaltimpuls-Treibers 14₁ über eine Leitung 83, nachdem die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 gesperrt wurde. Wenn die Betriebsspannung U_{B2} weiterhin vorhanden ist, signalisiert der Spannungssensor 82 dies dem Mikroprozessor 73 als "Fehler". Daraufhin gibt der Mikroprozessor 73 ein Halt-Signal über die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 und teilt gleichzeitig dem Mikroprozessor 72 mit, daß jetzt abgeschaltet werden muß.

Die Spannung am Betriebsspannungseingang des Schaltimpuls-Treibers 14₁ wird außerdem dem Mikroprozessor 12 über die Trennstufe 67 zur Überprüfung zugeführt.

Über einen Anschluß "Auslösung" in der Anschlußleiste 35 ist nach Aktivierung einer designierten Sicherheitsfunktion das Rücksetzen dieser Funktion möglich. Danach arbeitet die Motorsteuerung wieder im Normalbetrieb.

Wie zuvor beschrieben, werden aus den Meßsignalen der Sensoren 76 und 48 Drehzahlsignale abgeleitet und mit einem Grenzwert verglichen. In einer be-

sonderen Ausführung werden diese beiden Drehzahlwerte miteinander verglichen. Hierfür werden zwei der drei PDM-Signale des Pulsdauermodulators 11 einem Tiefpaßfilter zugeführt. Das Filter erzeugt ein Sinus-Signal, das einem Schmitt-Trigger zugeführt wird, der das Sinus-Signal in ein Umpulssignal umwandelt. Das Impulssignal, dessen Impulsfolgefrequenz der Drehzahl entspricht, wird dem Mikroprozessor 73 zugeführt. Das für den Vergleich zu benutzende zweite Drehzahlsignal wird aus dem Motorstrom gewonnen. Dabei wird das Meßsignal durch einen Schmitt-Trigger in ein Impulssignal umgewandelt und dem zweiten Mikroprozessor 72 zugeführt. Die Mikroprozessoren vergleichen die beiden Drehzahlen, und falls die Differenz außerhalb eines erlaubten Bereiches liegt, wird die Motorsteuerung angehalten. Alternativ kann der Zwischenkreisstrom als Maß für die Drehzahl gemessen werden.

Diese Funktion kann für die Funktion Drehzahlüberwachung benutzt werden. Es kann somit ein "sicheres" Drehzahlsignal gewonnen werden, so daß ein Drehzahlgeber auf der Motorwelle entfallen kann.

Auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist über den Anschluß "Sicherheitsbus" der Anschlußleiste 35 der Sicherheitsbus 56, hier der Sicherheitsbus Profisafe®, angeschlossen, dessen Informationen wiederum vom dem Buscontroller 57 (siehe Fig. 3) daraufhin überprüft werden, ob sie einen Fehler enthalten oder ein Abschaltbefehlssignal darstellen. Gegebenenfalls wird durch den Buscontroller 57 ein Halt des Motors über den Mikroprozessor 73 und die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 bzw. über den Mikroprozessor 72 und die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 ausgelöst. Über den Bus 56 kann auch die erforderliche Verzögerungszeit an die Mikroprozessoren 72, 73 gesendet werden.

Soweit zum Abschalten eines Relais oder irgendeines anderen Verbrauchers Schaltelemente mit diesem in Reihe geschaltet sind, können sie während des Betriebs nicht abgeschaltet werden, um zu prüfen, ob sie weiterhin funktionsfähig sind. Dies würde einem Halt-Befehl gleichen. Dennoch ist es erforderlich,

auch während des Betriebs, z.B. einmal pro Minute, die Funktionsfähigkeit der Schaltelemente in der "sicheren Technik" zu prüfen.

Fig. 6 stellt ein Schaltbild einer Vorrichtung zum selbsttätigen Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung dar, durch die in Abhängigkeit von wenigstens einem Abschaltsignal einer Sicherheits- und/oder Überwachungs-
5 vorrichtung, hier der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 nach den Fig. 1 bis 3, im Gefahrenfall oder sicherheitshalber der Betrieb eines Verbrauchers, hier des Motors 3, abschaltbar ist. Die Prüfvorrichtung wird am
10 Beispiel der in Fig. 3 dargestellten Sicherheits-Schaltvorrichtung beschrieben, die das Relais 20 und die mit diesem in Reihe geschalteten Schaltelemente, hier die Transistoren 21, 52 und 61, aufweist und mit dem Verzögerungsglied 23, dem Drehzahlüberwacher 53, dem Mikroprozessor 15 sowie dem Mikroprozessor 58 verbunden ist. Der mit dem Relais 20 (bzw. dessen Spule 30) ver-
15 bundene Kollektor des npn-Transistors 61 ist zusätzlich mit der Betriebsspannung U_{B1} und sein Emitter mit "Erde" verbunden ist.

Die Prüfvorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Impulsgenerator 88 mit einer der Anzahl der Schaltelemente (Transistoren) entsprechenden Anzahl,
20 hier drei, von Ausgängen und Verknüpfungsgliedern 89, 90 und 91. Als Verknüpfungsglieder sind UND- und NOR-Glieder dargestellt. Es können aber auch nur UND-Glieder sein, je nachdem, ob die Sperrsignale der im Normalbetrieb ständig leitenden Transistoren durch 1-Signale oder 0-Signale auf der Eingangsseite der Verknüpfungsglieder ausgelöst werden sollen. Vorliegend sind
25 es 1-Signale.

Der Impulsgenerator 88, der einschließlich der Verknüpfungsglieder im Mikroprozessor 58 ausgebildet sein kann, erzeugt zyklisch nacheinander an seinen Ausgängen 1-Signale als Prüf- oder Schaltimpulse P_1 , P_2 und P_3 , die jeweils
30 über eines der Verknüpfungsglieder 89, 90 und 91 in dieser oder einer anderen Reihenfolge den Steueranschlüssen der Transistoren als Sperrimpulse \bar{P}_1 , \bar{P}_2

und \bar{P}_3 zugeführt werden, wie es in Fig. 6(b) dargestellt ist. Die Dauer der Schaltimpulse P_1 , P_2 und P_3 ist unterschiedlich und kann jeweils beispielsweise 2 μ s, 4 μ s und 6 μ s betragen. Die Dauer ist mithin kürzer als die Ansprechverzögerung des Relais 20, die etwa 20 ms betragen kann. Das Relais fällt daher bei einer so kurzen Unterbrechung seines Stromkreises nicht ab, so daß seine Kontakte ihren jeweiligen Schaltzustand, "ein" oder "aus" bzw. "geschlossen" oder "geöffnet", beibehalten. Dagegen kann die Spannung U_R an der Relais-
spule bei jedem Sperrimpuls \bar{P}_1 , \bar{P}_2 und \bar{P}_3 vollständig, wie in Fig. 6(b) dargestellt, oder nur geringfügig abfallen. Nach Fig. 6(b) nimmt sie bei jedem Sperrimpuls vollständig bis auf Null ab, jedoch nur kurzzeitig entsprechend der Dauer des jeweiligen Sperrimpulses. Ein Mikroprozessor, hier der Mikroprozessor 15, der entsprechend einem Diskriminator programmiert ist, oder ein entsprechend ausgebildeter Diskriminator, der die Spannung U_R an der Relaispule ständig daraufhin prüft, ob sie kurzzeitig abfällt oder nicht, erkennt ein kurzzeitiges Abnehmen oder Schwanken der Spannung U_R als eine fehlerfreie Funktion der Transistoren an. Wenn jedoch wenigstens einer der Transistoren aufgrund eines Defekts ständig leitend bleibt und auf Sperrimpulse nicht reagiert, verschwindet die Spannung U_R an der Relaispule nicht bei jedem Sperrimpuls, und der Diskriminator bzw. Mikroprozessor 15 erkennt dies als einen Fehler eines der Transistoren und signalisiert diesen Fehlerzustand der Sicherheits- und/oder Überwachungsvorrichtung, hier der Sicherheits- und Überwachungs-
schaltung 5, und hält die Motorsteuerung an. Da die Dauer der Sperrimpulse unterschiedlich lang ist, erkennt der Diskriminator auch, bei welchem der Transistoren der Defekt vorliegt, da sich die Spannung U_R während der Dauer der Abgabe eines Sperrimpulses an den betreffenden Transistor, z.B. des Sperrimpulses \bar{P}_2 an den Transistor 21, nicht ändern würde, d.h. konstant bliebe. Diese Überprüfung ist prinzipiell zur Ermittlung eines durchgebrannten Transistors möglich, d.h. eines Transistors, der einen Kurzschluß darstellt. Unabhängig davon, erzeugen der Mikroprozessor 58, das Verzögerungsglied 23 und der Drehzahlüberwacher 53 auch, wie im Falle der Fig. 3, nach einem Halt-Signal re-

dundante Abschaltsignale, die jeweils einem der NOR-Glieder (als 1-Signale) zugeführt werden.

- Generell beruht dieses Prinzip der Prüfung der Funktionsfähigkeit eines Schaltelements mithin auf der Ausnutzung der Ansprechverzögerung eines Verbrauchers, hier des Relais, mit dem ein rascher ansprechendes Schaltelement in Reihe geschaltet ist, das im Normalbetrieb einen ersten Schaltzustand einnimmt, in dem der Verbraucher eingeschaltet (stromführend) ist, und im Gefahrenfall in einen zweiten Schaltzustand umschaltbar ist, in dem der Betrieb des Verbrauchers abgeschaltet wird, wobei das Schaltelement im Normalbetrieb zyklisch während einer Dauer in den zweiten Schaltzustand umschaltbar ist, die kürzer als die Ansprechverzögerung des Verbrauchers auf einen Abschaltvorgang ist. Vorteilhaft ist es dabei, wenn wenigstens ein weiteres Schaltelement vorgesehen ist, das im Normalbetrieb einen ersten Schaltzustand einnimmt, in dem der Verbraucher eingeschaltet ist, und im Gefahrenfall in einen zweiten Schaltzustand umschaltbar ist, in dem der Betrieb des Verbrauchers abgeschaltet wird, und wenn die Schaltelemente im Normalbetrieb zyklisch nacheinander während einer Dauer in den zweiten Schaltzustand umschaltbar sind, die kürzer als die Ansprechverzögerung des Verbrauchers auf einen Abschaltvorgang ist.
- Wenn dann die Ausschaltdauer der Schaltelemente unterschiedlich ist, läßt sich feststellen, welches Schaltelement gegebenenfalls defekt ist. Generell kann der Verbraucher ein Relais sein, durch das der Betrieb eines zweiten Verbrauchers abschaltbar ist.
- Das generelle Prinzip der vorstehend geschilderten Vorrichtung zur Prüfung der Funktionsfähigkeit der Transistoren 21, 52 und 61 oder entsprechender elektronischer Schaltelemente, die mit einem anderen Verbraucher mit Ansprechverzögerung in Reihe geschaltet sind, ist in Fig. 7 dargestellt.
- Nach Fig. 7 besteht der Verbraucher aus einem ohmschen Widerstand R und einem mit diesem in Reihe geschalteten Kondensator, an dem die Betriebs-

spannung U_B für einen Sicherheitskanal abgegriffen wird, wobei die Reihenschaltung aus dem Verbraucher und den Transistoren an einer konstanten Gleichspannung von beispielsweise 24 V liegt. Hierbei wird als Prüfspannung der Spannungsabfall U_R an dem ohmschen Widerstand R abgegriffen.

5

Die Sicherheits-Schaltvorrichtung, bestehend aus den Transistoren, Abschalt-signalgebern (Sicherheitsbus, Drehzahlüberwacher und Verzögerungsglied) sowie die Prüfpulsgeber (Impulsgenerator (IPG) 84 und Verknüpfungsglieder 89-91) sind schematisch in Fig. 7(a) in Form von Funktionseinheiten dargestellt.

10

Fig. 7(b) stellt den zeitlichen Verlauf der Prüfspannung U_R am Widerstand R dar.

Fig. 8 stellt das in den Fig. 6 und 7 dargestellte Prinzip weiter verallgemeinert dar. Danach können anstelle der speziellen Abschaltbefehlsgeber, wie Drehzahlüberwacher oder Verzögerungsglieder, auch andere Abschaltbefehlsgeber verwendet werden, die aufgrund anderer Sicherheitsfunktionen, die durch die Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 überwacht werden, an den Ausgängen A_1 , A_2 , A_3 beispielsweise des Mikroprozessors 72 Abschalt-signale hervorrufen, die einer Sicherheits-Schaltvorrichtung, beispielsweise der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74, zugeführt werden. Dabei werden zwischen den Abschalt-signalen zur Prüfung der Funktionsfähigkeit der Schaltelemente S_1 , S_2 , S_3 der Sicherheits-Schaltvorrichtung Prüfschaltimpulse \bar{P}_1 , \bar{P}_2 und \bar{P}_3 an den Ausgängen A_1 , A_2 und A_3 in der zeitlichen Reihenfolge und Dauer t_1 , t_2 und t_3 gemäß den drei unteren Diagrammen in Fig. 8(b) oder in beliebiger Reihenfolge abgegeben und dem jeweiligen Schaltelement S_1 , S_2 und S_3 zugeführt. Am gemeinsamen Ausgang der Reihenschaltung der Schaltelemente S_1 , S_2 und S_3 , der den Leitungen 33 und 83 in Fig. 5 entspricht, tritt dann der vom Sensor 82 zu messende, im obersten Diagramm in Fig. 8(b) dargestellte Signalverlauf (Spannungs- oder Stromverlauf) auf, wenn die Funktion aller Schaltelemente S_1 bis S_3 fehlerfrei ist.

30

In Abhängigkeit von diesem Verlauf wird dann "kein Fehler" oder "Fehler", hier durch den Mikroprozessor 73 an die Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 gemeldet, wie es anhand von Fig. 6 beschrieben wurde.

- 5 Fig. 9 stellt ein Ausführungsbeispiel der Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 gemäß Fig. 5 dar, die während des normalen Betriebs vom Mikroprozessor 73 über dessen Ausgänge A_4 und A_5 auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft wird und zum Abschalten des Motors 3 über beide Ausgänge A_4 , A_5 gleichzeitig ein Abschaltsignal erhält. Der Mikroprozessor 75 kann daher funktionsmäßig als Teil
10 der Prüfvorrichtung und als Teil der Sicherheits-Schaltvorrichtung betrachtet werden.

- Die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 enthält einen steuerbaren Schaltkreis aus zwei in Reihe geschalteten ohmschen Widerständen 92 und 93 und einem mit
15 den Widerständen 92, 93 in Reihe geschalteten Transistor 94. Dieser Schaltkreis liegt zwischen dem Ausgang A_4 des Mikroprozessors 73 und "Erde". Ferner enthält die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 einen zweiten steuerbaren Schaltkreis aus zwei in Reihe geschalteten ohmschen Widerständen 95 und 96 sowie einem mit den Widerständen 95, 96 in Reihe geschalteten Transistor 97.
20 Dieser Schaltkreis liegt zwischen dem Ausgang A_5 und "Erde". Die Verbindung zwischen den Widerständen 92 und 93 und die Verbindung zwischen den Widerständen 95 und 96 bilden die Ausgänge der beiden Schaltkreise. Die Ausgänge sind miteinander verbunden und bilden den Ausgang A_6 der Sicherheits-Schaltvorrichtung 75. An der Betriebsspannung U_{B1} liegen ferner zwei weitere
25 Reihenschaltungen, die jeweils zwei ohmsche Widerstände 98 und 99, bzw. 100 und 101, aufweisen, zwischen denen jeweils ein Transistor 102 und 103 liegt. Der Transistor 102 wird über einen ohmschen Widerstand 104 vom Ausgang A_4 und der Transistor 103 über einen ohmschen Widerstand 105 vom Ausgang A_5 angesteuert. Die Transistoren 102 und 103 steuern über einen
30 ohmschen Widerstand 104 bzw. 105 jeweils einen der Transistoren 94 und 97

an. Im Normalbetrieb liegt am Ausgang A₆ eine Spannung mit konstantem Pegel PK.

5 Während der Prüfphase erzeugt der Mikroprozessor 73 an seinen Ausgängen A₄ und A₅ dreistufige Signale, wie sie in den beiden unteren Diagrammen der Fig. 9(b) dargestellt sind. Diese Signale sind in Bezug auf eine mittlere Spannung U gegenphasig und weisen jeweils einen ersten Schaltimpuls SP₁ bzw. SP₃ und einen zweiten Schaltimpuls SP₂ bzw. SP₄ auf, die sich zyklisch wiederholen, solange die Prüfphase andauert. Die Schaltimpulse werden im Mikro-
10 prozessor 73 über zwei in Reihe geschaltete, abwechselnd durchgeschaltete Transistoren erzeugt. Solange keiner der Schaltimpulse SP₁ bis SP₄ auftritt, liegt die Spannung U an den Ausgängen A₄ und A₅, so daß beide Transistoren gesperrt sind und auch am Ausgang A₆ eine relativ hohe Spannung liegt. Wenn dagegen der abfallende Impuls SP₁ am Ausgang A₄ auftritt, wird gleichzeitig am
15 Ausgang A₅ der ansteigende Impuls SP₃ erzeugt. Durch den Impuls SP₁ werden die Transistoren 102 und 94 leitend, während die Transistoren 103 und 97 gleichzeitig durch den Schaltimpuls SP₃ gesperrt werden. Die Spannung am Ausgang A₆ nimmt auf einen kleineren Prüfpegel PP ab, weil die Widerstände 93 und 96 während der Dauer der Schaltimpulse SP₁ und SP₃, d.h. der Durch-
20 schaltdauer des Transistors 94, bei gesperrtem Transistor 97, nicht parallel geschaltet sind. Der Mikroprozessor 72 erkennt dies als "Fehlerfreiheit" der Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 an.

Das gleiche gilt bei Abgabe der Schaltimpulse SP₂ und SP₄, wobei jetzt der
25 Transistor 94 gesperrt und der Transistor 97 leitend ist. Wenn jedoch einer der Transistoren 93 und 94 aufgrund eines Fehlers einen Kurzschluß darstellt, dann hat das Signal am Ausgang A₆ nicht die Welligkeit gemäß dem obersten Diagramm der Fig. 9(b). Vielmehr wird die Kurvenform geändert, und der Mikroprozessor 72 detektiert diese geänderte Kurvenform und gibt daraufhin ein Signal
30 "Fehler" an die Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 ab, bzw. ein Halt-Signal über die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74.

Falls jedoch die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 in Ordnung ist, und der Motor 3 jedoch aufgrund eines von der Sicherheits- und Überwachungsschaltung an den Mikroprozessor 73 abgegebenen Abschaltbefehlsignals abgeschaltet werden soll, erzeugt der Mikroprozessor 73 an beiden Ausgängen A₄ und A₅ gleichzeitig ein Signal, so daß beide Transistoren 94 und 97 leitend werden und am Ausgang A₆ der Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 eine niedrige Spannung PN auftritt, die als Rücksetzsignal dem Rücksetzeingang R zugeführt wird, so daß der Motor 3 abgeschaltet wird.

Die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75, einschließlich der zu ihrer Prüfung vorgesehenen Mikroprozessoren 73 und 72, kann auch für beliebige andere Verbraucher, die zum Abschalten mit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung versehen sind, aber keine Steuereinrichtung, wie die Steuereinrichtung 2, aufweisen, benutzt werden. Anstelle des Mikroprozessors 73 kann auch eine andere Schaltung, z.B. ein entsprechender Impulsgenerator mit der gleichen Prüffunktion wie die des Mikroprozessors 73 und anstelle des Mikroprozessors 72 ein Diskriminator oder Komparator zum Unterscheiden der Pegel PK, PP und PN benutzt werden.

Fig. 10 stellt ein Ausführungsbeispiel der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 und schematisch des Mikroprozessors 72 dar, die gemeinsam eine Vorrichtung zur selbsttätigen Prüfung der Funktionsfähigkeit der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 bilden. Sie bilden gleichzeitig einen Teil der Sicherheitsvorrichtung 4 auf der Optionskarte 18.

Nach Fig. 10 enthält die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 einen ersten steuerbaren Schaltkreis aus der Reihenschaltung eines ohmschen Widerstands 106 mit einem Transistor 107 und einen zweiten steuerbaren Schaltkreis aus der Reihenschaltung eines ohmschen Widerstands 108 und eines Transistors 109. Die zwischen dem Transistor 107 und dem Transistor 109 liegenden Ausgän-

- 33 -

- gen der beiden Schaltkreise sind mit einander verbunden und bilden gemeinsam den Ausgang A_7 der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74. Der Ausgang A_7 ist über die Leitung 33 mit dem Betriebsspannungsanschluß des Schaltimpuls-Treibers 14₁ und über die Leitung 83 mit dem Spannungssensor 82 verbunden.
- 5 Zwei weitere Reihenschaltungen aus jeweils zwei in Reihe geschalteten ohmschen Widerständen 110 und 111 bzw. 112 und 113 sowie einem Transistor 114 bzw. 115 liegen parallel zwischen der Betriebsspannung U_{B2} und "Erde". Die Verbindung der Widerstände 110 und 111 ist mit dem Steueranschluß des Transistors 107 und die Verbindung der Widerstände 112 und 113 mit dem
- 10 Steueranschluß des Transistors 109 verbunden.

- Der Mikroprozessor 72 erzeugt bei diesem Ausführungsbeispiel an seinen Ausgängen A_1 und A_2 im Normalbetrieb ein (hohes) Signal EIN, so daß beide Transistoren 109 und 107 leitend sind, und während einer Prüfphase jeweils einen
- 15 Prüfschaltimpuls SP_4 bzw. SP_5 , der dem Steueranschluß des jeweiligen Transistors 114 bzw. 115 zugeführt wird. Die Prüfschaltimpulse SP_4 und SP_5 sind zeitlich ohne gegenseitige Überlappung versetzt und wiederholen sich während der Prüfphase. Wenn mithin der Prüfschaltimpuls SP_4 am Ausgang A_1 des Mikroprozessors 73 auftritt, werden die im Normalbetrieb bei hoher Ausgangs-
- 20 spannung an den Ausgängen A_2 und A_1 leitenden Transistoren 114 und 107 gesperrt, während die Transistoren 109 und 115 leitend bleiben. Die Spannung am Ausgang A_7 nimmt daher nur geringfügig von dem konstanten Pegel PK auf den Prüfpegel PP ab. Zwischen den beiden Prüfschaltimpulsen nimmt die Spannung am Ausgang A_7 wieder auf PK zu, um beim folgenden Prüfschaltimpuls SP_5 am Ausgang A_2 des Mikroprozessors 73 wieder etwas abzunehmen.
- 25 Die Spannung am Ausgang A_7 schwankt daher während der Prüfphase nur geringfügig. Die geringe Schwankung der Ausgangsspannung wird von dem angeschlossenen Spannungssensor 82 an den Mikroprozessor 73 weitergeleitet, der die Schwankung als fehlerfreien Zustand der Sicherheits-Schaltvorrichtung
- 30 74 interpretiert. Falls die Schwankung nicht auftritt bzw. die Kurvenform von der Kurvenform in der Prüfphase abweicht, wird das als Fehler der Sicherheits-

Schalt-vorrichtung 74 erkannt. Wenn dagegen der Verbraucher, hier der Motor 3, im Normalbetrieb abgeschaltet werden soll, erzeugt der Mikroprozessor 72 an beiden Ausgängen A₁ und A₂ gleichzeitig ein niedriges Signal "AUS". Dadurch werden die Transistoren 107 und 109 gleichzeitig gesperrt, so daß dem
5 Treiber 14₁ die Betriebsspannung weggenommen wird und der Motor 3 anhält. Wenn die Spannung am Ausgang A₇ während einer Prüfphase im Normalbetrieb dagegen nur mit geringer Amplitude schwankt, bleibt der Schaltimpuls-Treiber 14₁ und mithin der Motor 3 weiter in Betrieb.

- 10 Die Widerstände 106 und 108 sind vorzugsweise selbsttätig in Abhängigkeit von der Belastung einstellbar, d.h. sie können durch kleinere Schaltungsanordnungen ersetzt werden, die den jeweiligen Widerstand in Abhängigkeit vom Belastungsstrom, beispielsweise des Schaltimpuls-Treibers 14, auf den jeweils günstigsten Wert einstellen. Dies hat den Vorteil, daß die Widerstände 106 und
15 108 bei der Auslegung der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 nicht für jeden Anwendungsfall unterschiedlich dimensioniert werden müssen.

Fig. 11 stellt prinzipiell eine Schaltungsanordnung einer Prüfeinheit 116 in einer Vorrichtung 117 (Fig. 5) zum selbsttätigen Prüfen der Funktionsfähigkeit einer
20 Sicherheits-Schaltvorrichtung dar. Im vorliegenden Fall werden die Eingangsanschlüsse der Mikroprozessoren 72 und 73 auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft, wobei die Mikroprozessoren 72 und 73 verallgemeinert als die oder als Teil einer Sicherheits-Schaltvorrichtung betrachtet werden können. Auch die Prüfeinheit 116 selbst wird getestet.

- 25 Der Grund für diese Prüfung ist im wesentlichen folgender: Den Eingangsanschlüssen der Mikroprozessoren 72 und 73 werden in der Ausführung nach Fig. 5 über die Anschlüsse der Anschlußleiste 35 auf der Optionskarte 18 Abschalt-signale zugeführt. Dabei sollte sichergestellt sein, daß diese Abschalt-signale
30 tatsächlich vom betreffenden Mikroprozessor 72 bzw. 73 aufgenommen und verarbeitet werden. Es sollten sogenannte "schlafende Fehler" festgestellt wer-

den. Ein derartiger Fehler kann z.B. dadurch verursacht werden, daß ein Eingangsanschluß der Mikroprozessoren über längere Zeit, z.B. mehrere Jahre, mit demselben Signal, z.B. eine konstante Gleichspannung von 24 V, belastet wird, ohne daß benutzerseitig ein Halt-Signal oder Abschalt-Signal ausgelöst
5 wird. Im ungünstigsten Fall wird der Fehler erst festgestellt, wenn eine "sichere Funktion" aktiviert werden soll. Dies wäre nicht tolerierbar, denn es könnte noch ein weiterer Fehler auftreten, der verhindert, daß die Sicherheitsvorrichtung 4 funktioniert.

10 Um einen solchen Fall zu vermeiden, werden die Eingangsanschlüsse der Mikroprozessoren 72 und 73 selbsttätig intern angesteuert, ohne die Anschlüsse der Anschlußleiste 35 zu beeinflussen.

15 Für jeden Eingangsanschluß der Mikroprozessoren 72 und 73 ist eine Prüfeinheit wie die in Fig. 11 dargestellte Prüfeinheit 116 vorgesehen, und jede Prüfeinheit kann individuell angesteuert werden.

Es werden auch die Ausgangsanschlüsse der Mikroprozessoren getestet. Dies geschieht dadurch, daß der eine Mikroprozessor ein kurzes Signal abgibt, das
20 von dem anderen Mikroprozessor kontrolliert wird.

Die Prüfeinheit 116 nach Fig. 11 ist über einen Spannungspegeladapter SA, der einen ohmschen Spannungsteiler enthält, mit einem Anschluß der Anschlußleiste 35 (Fig. 5) verbunden. Die Verbindung ist zur Vereinfachung der Darstellung in Fig. 5 weggelassen. Die Prüfeinheit 116 hat zwei weitere Eingänge E₃, E₄, denen zeitlich versetzte Prüfschaltimpulse SP₆, SP₇ von einem Impuls-generator im Mikroprozessor 72 zugeführt werden. Der Impuls-generator ist durch entsprechende Programmierung des Mikroprozessors 72 realisiert. Die Prüfeinheit 116 hat ferner einen Ausgang A₈, der mit einem Eingangsanschluß des
30 Mikroprozessors 73 bzw. der Sicherheits-Schaltvorrichtung über einen Spannungspegeladapter SA verbunden ist.

Die Schaltungsanordnung der Prüfeinheit 116 gemäß Fig. 11(a) enthält eine erste Reihenschaltung aus einem ersten Transistor 118, einem gleichsinnig mit dem ersten Transistor 118 gepolten zweiten Transistor 119 und zwei gleichsinnig mit den Transistoren 118, 119 gepolten Dioden 120, 121 zwischen den
5 Transistoren 118, 119. Ferner enthält sie eine zweite Reihenschaltung aus zwei ohmschen Widerständen 122, 123, deren Verbindung mit dem Steueranschluß des ersten Transistors 118 verbunden ist, und einen dritten Transistor 124. Der Steueranschluß des zweiten Transistors 119 bildet den Eingang E₄, der Steuer-
10 anschluß des dritten Transistors 124 den Eingang E₃ und die Verbindung der Dioden 120, 121 den Ausgang A₈.

Die Prüfschaltimpulse SP₆ und SP₇ wiederholen sich zyklisch in vorbestimmten Zeitpunkten und festen Abständen, wobei die Prüfschaltimpulse SP₇ zwischen
15 den Prüfschaltimpulsen SP₆, und umgekehrt, auftreten. Bei jedem Erhalt eines Prüfschaltimpulses SP₆ vom Mikroprozessor 72 am Eingang E₃ tritt am Ausgang A₈ der Prüfeinheit 116 ein hoher Ausgangsimpuls SP₈ und bei jedem Erhalt eines Prüfschaltimpulses SP₇ am Eingang E₄ vom Mikroprozessor 72 ein niedriger Ausgangsimpuls SP₉ auf. Die Ausgangsimpulse SP₈ und SP₉ werden
20 vom Mikroprozessor 73 über die Mehrfachleitung M zum Mikroprozessor 72 weitergeleitet. Der Mikroprozessor 72 prüft dann, ob er bei bzw. zur Zeit der Abgabe eines Prüfschaltimpulses SP₆ einen hohen Ausgangsimpuls SP₈ der Prüfeinheit 116 und bei bzw. zur Zeit der Abgabe eines Prüfschaltimpulses SP₇ einen niedrigen Ausgangsimpuls SP₉ der Prüfeinheit 116 erhält. Wenn der Mikroprozessor 72 bei Abgabe eines Prüfschaltimpulses SP₆ oder SP₇ keinen entsprechenden Ausgangsimpuls SP₈ bzw. SP₉ erhält, erzeugt er ein Signal "Fehler", das an die Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 zurückgemeldet wird, oder gibt ein Halt-Signal an die Steuereinrichtung ab. Dagegen erzeugt er ein Signal "kein Fehler", wenn er bei jeder Abgabe eines Prüfschaltimpulses
25 SP₆ und SP₇ einen entsprechenden Ausgangsimpuls SP₈ und SP₉ von der Prüfeinheit 116 erhält.

- Die Anwendung der hohen und niedrigen Ausgangsimpulse SP_8 und SP_9 der Prüfeinheit 116, die dem Mikroprozessor 72 zugeführt werden, ist deshalb erforderlich, weil nicht von vornherein bekannt ist, ob der Benutzer im Normalbetrieb ein hohes oder niedriges Abschaltsignal verwendet. Die Prüfung stellt sicher, daß der Mikroprozessor sowohl niedrige als auch hohe Abschaltsignale verarbeiten kann. Dadurch ist ausgeschlossen, daß Kurzschlüsse oder Unterbrechungen in den Eingangsanschlüssen nicht festgestellt werden.
- 5
- 10 Der Mikroprozessor 72 kann auch seine eigenen Eingangsanschlüsse über entsprechend mit seinen Eingangsanschlüssen verbundene Prüfeinheiten, wie der Prüfeinheit 116, auf Funktionsfähigkeit prüfen, obwohl dies in Fig. 5 nicht dargestellt ist.
- 15 Die Prüfung sollte so oft wie nötig durchgeführt werden, aber nur verhältnismäßig kurz und selten im Vergleich mit der Anwendung einer Abschaltfunktion, da das Abschaltsignal des Benutzers während der Prüfung nicht festgestellt werden kann. Während der Prüfung wird zwar der Eingangswiderstand, gesehen vom Benutzer, verringert, von beispielsweise 4 kOhm auf 2 kOhm. Doch erscheint dies akzeptabel, weil benutzerseitig häufig ein Relais benutzt wird.
- 20
- Fig. 12 stellt den Aufbau des Elektromotors 3 dar, der als dreiphasiger Drehstrommotor ausgebildet ist und in bekannter Weise mit der Steuereinrichtung 2 versehen ist, die hier als Umrichter ausgebildet ist und die Schwachstrom-Steuereinheit 6 sowie die Starkstrom-Steuereinheit 8 mit dem Wechselrichter
- 25 13 in einem Gehäuse 125 des Motors 3 aufweist. Das Gehäuse 125 besteht aus drei Gehäuseteilen 126, 127 und 128. Im Gehäuseteil 126 sind der Ständer mit der Ständerwicklung 129 und der Läufer 130 angeordnet. Die Welle 131 des Läufers 130 ist in Lagern 132 und 133 gelagert und treibt einen Ventilator 134
- 30 im Gehäuseteil 128 an. Das Gehäuseteil 127 ist am Gehäuseteil 126 befestigt und von außen nach Lösen einer Abdeckung 135 zugänglich. Innerhalb des

Motors, d.h. seines Gehäuseteils 127, sind die Steuereinrichtung 2 und die mit der Steuereinrichtung 2 durch einen nicht dargestellten Verbinder (Steckverbinder oder Flachkabel mit Steckverbinderteilen) verbundene Sicherheitsvorrichtung 4 angeordnet. Die Sicherheitsvorrichtung 4 ist auf einer eigenen Karte 18
5 aufgebracht, während die Schwach- und Starkstrom-Steuereinheiten 4 und 6 entweder auf getrennten Karten 17 und 8 oder gemeinsam auf einer Karte (Platine) aufgebracht sind. Die Sicherheitsvorrichtung 4 kann aber auch zusammen mit der Steuereinrichtung 2 auf einer einzigen Karte angeordnet sein. Im Motor 3, d.h. in seiner aus den Gehäuseteilen 126 und 128 bestehenden Gehäuse-
10 einheit ist der Sensor 51 zum Messen der Drehzahl angeordnet. Mit den Sensoren 136 und 137 sind weitere mögliche Anbringungsorte des Sensors dargestellt. Unter Umständen können mehrere Sensoren benutzt werden.

Der Sensor 51 hat nur eine Aufgabe, nämlich zu einer "sicheren Funktion" beizutragen. Er ist daher mit der Sicherheitsvorrichtung 4 innerhalb des Motors 3
15 (seines Gehäuses 125) verbunden. Wenn zusätzlich die Drehzahl des Motors 3 geregelt werden soll, kann ein zusätzlicher Drehzahlgeber vorgesehen sein, der üblicherweise jedoch außerhalb des Motors auf der Welle 131 angebracht wird.

20 Der Sensor 51 kann ein herkömmlicher oder speziell für Sicherheitszwecke ausgelegter Sensor sein, hier zum Messen der Drehzahl, um sie mit einem Grenzwert zu vergleichen.

Die Verbindungsleitungen zwischen der Sicherheitsvorrichtung 4 und dem innerhalb des Motors angeordneten Sensor 51 sind alle innerhalb des Motors
25 verlegt, soweit es sich um einen "Sicherheits-Sensor" handelt. Der Benutzer braucht sich daher nicht um die Verdrahtung zu kümmern.

Patentansprüche

1. Motorsteuerung (1) mit einer dem Motor zugeordneten Steuereinrichtung (2) und einer Sicherheitsvorrichtung (4) zur Gewährleistung eines sicheren Halts des Motors (3) in Abhängigkeit von einem Haltsignal, durch das eine Sicherheits-Schalt-vorrichtung (19; 74, 75, 72, 73) betätigbar ist, die die Betriebsspannung eines in der Steuereinrichtung (2) vorgesehenen Schaltimpuls-Treibers (14), über den den Steueranschlüssen steuerbarer Halbleiterschalt Elemente im Stromkreis des Motors (3) Schaltimpulse zuführbar sind, und die Zuführung der Schaltimpulse nach Erhalt des Haltsignals über eine Verzögerungseinrichtung (23, 24; 72, 73) verzögert unterbricht, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sicherheits-Schaltvorrichtung (19; 72, 73, 74, 75) und die Verzögerungseinrichtung (23, 24; 72, 73) innerhalb der Motorsteuerung (1) mit der Steuereinrichtung (2) verbunden sind und die Verzögerungseinrichtung (23, 24; 72, 73) über einen außerhalb der Motorsteuerung (1) zugänglichen Anschluß durch das Haltsignals auslösbar ist.
2. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeit der Verzögerungseinrichtung (23, 24; 72, 73) manuell oder selbsttätig auf die Auslaufzeit des Motors (3) nach dem Abschaltvorgang einstellbar ist.
3. Motorsteuerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungseinrichtung (23, 24; 72, 73) durch Hard- oder Software realisiert ist.
4. Motorsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherheits-Schaltvorrichtung (19; 72-75) eine Drehzahlüberwachungseinrichtung (53, 54) aufweist, durch die, wenn die Mo-

tordrehzahl einen vorbestimmten Grenzwert erreicht, die Sicherheits-Schaltvorrichtung ebenfalls betätigbar ist.

- 5 5. Motorsteuerung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Motor (3) ein Drehzahlsensor (51) eingebaut ist, der die Drehzahl des Motors (3) mißt und das Drehzahlsignal der Drehzahlüberwachungseinrichtung (53, 54) zuführt.
- 10 6. Motorsteuerung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß aus den dem Schaltimpuls-Treiber (14) von einem Pulsdauermodulator (11) zugeführten Schaltimpulsen, die die Frequenz bzw. Drehzahl des Motors (3) bestimmen, die Drehzahl des Motors (3) ableitbar und der Sicherheits-Schaltvorrichtung, insbesondere zusätzlich, zuführbar ist.
- 15 7. Motorsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherheits-Schaltvorrichtung (19; 74, 75) ein Relais (20) und/oder Transistoren als Schaltelemente aufweist.
- 20 8. Motorsteuerung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung (5) an die Motorsteuerung anschließbar ist, durch die das Haltsignal einem Rampensignalgenerator (12) in der Steuereinrichtung (2) zuführbar ist, durch den ein Sollwert der Drehzahl bis auf Null herabführbar ist.
- 25 9. Motorsteuerung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Relais (20) einen im Betriebsstromkreis (33) des Schaltimpuls-Treibers (14) liegenden, im Normalbetrieb geschlossenen Kontakt (29) aufweist und mit einem im Normalbetrieb durch ein erstes Verzögerungsglied (23) der Verzögerungseinrichtung (23, 24) durchgesteuerten ersten Transistor (21) der Sicherheits-Schaltvorrichtung in Reihe liegt,
30 daß das erste Verzögerungsglied (23) durch das Haltsignal auslösbar ist

- 41 -

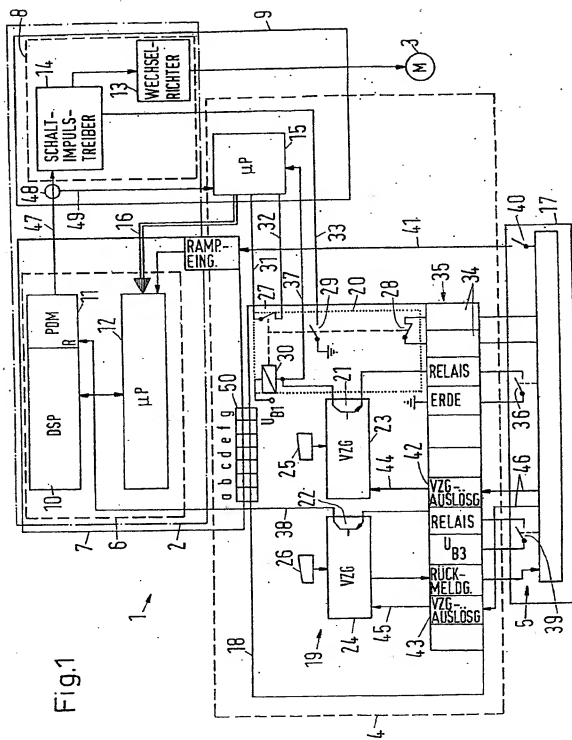
und bei Ablauf seiner Verzögerungszeit den ersten Transistor (21) sperrt, und daß die Verzögerungszeit des ersten Verzögerungsgliedes (23) etwa gleich der Auslaufzeit des Motors (3) ist.

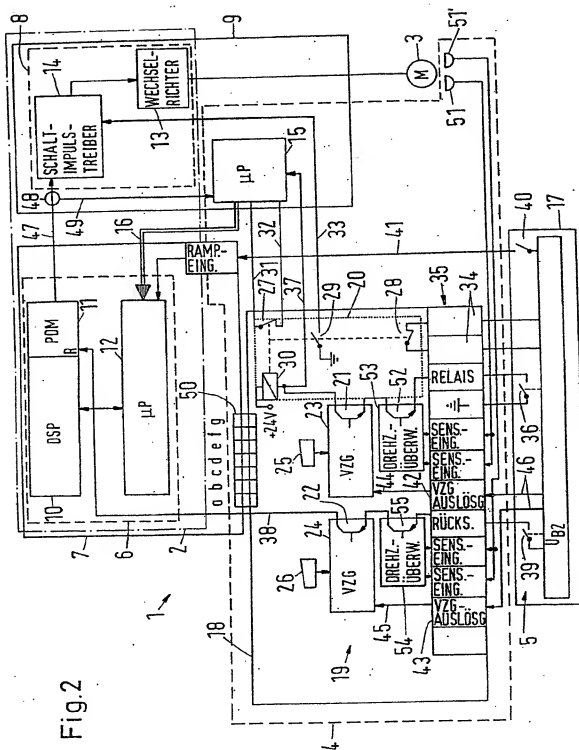
- 5 10. Motorsteuerung nach den Ansprüchen 6 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Verzögerungsglied (24) der Verzögerungseinrichtung durch das Haltsignal auslösbar ist, daß ein zweiter Transistor (22) der Sicherheits-Schaltvorrichtung (19), der im Normalbetrieb durchgesteuert ist und den Pulsdauermodulator (11) in Betrieb hält, durch das zweite Verzögerungsglied (24) bei Ablauf seiner Verzögerungszeit, die gleich der
10 des ersten Verzögerungsgliedes (23) ist, sperrbar ist, so daß dem Schaltimpuls-Treiber (14) keine Schaltimpulse zuführbar sind.
11. Motorsteuerung nach den Ansprüchen 8 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung (5) in
15 Reihe mit dem ersten und dem zweiten Transistor ein im Normalbetrieb durchgeschaltetes Schaltelement (36; 39) aufweist, das durch ein Not-Halt-Signal einer Überwachungseinrichtung in der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung (5) in den (geöffneten) Sperrzustand steuerbar ist.
20
12. Motorsteuerung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Relais einen ersten Rückmeldekontakt (27) aufweist, über den beim Abschalten des Relais (20) ein Signal an einen Diskriminator (15) abgebar ist, der die Betriebsspannung (U_{B1}) an der Relais-
25 spule (30) überwacht, und daß durch den Diskriminator (15) ein Alarmsignal auslösbar ist, wenn er einen Anstieg der Spannung an der Relais- spule (30) feststellt, aber über den ersten Rückmeldekontakt (27) kein Signal erhält.
30

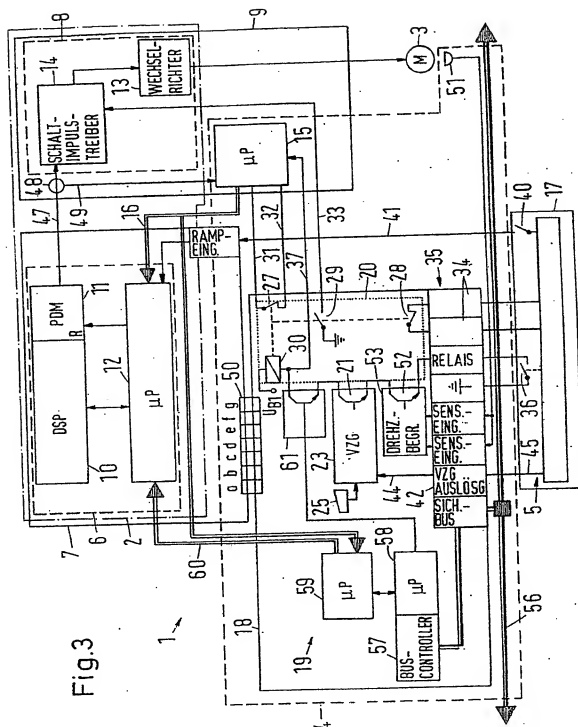
13. Motorsteuerung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Relais einen zweiten Rückmeldekontakt (28) aufweist, über den beim Abschalten des Relais (20) ebenfalls ein Signal abgebar ist.
- 5 14. Motorsteuerung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal des zweiten Rückmeldekontakts (28) an die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung (5) abgebar ist und die Betriebsspannung der Motorsteuerung (1) durch die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung (5) abschaltbar ist, wenn die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung (5) über den zweiten Rückmeldekontakt (28) kein Signal erhält.
- 10
15. Motorsteuerung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß durch das zweite Verzögerungsglied (24) ein Rückmeldesignal an die Sicherheits- und Überwachungsschaltung (5) abgebar ist.
- 15

1/12

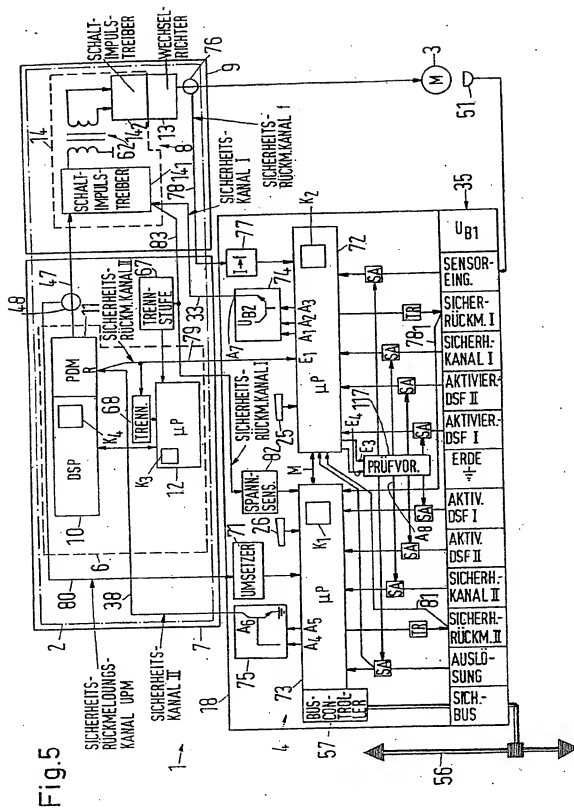
Fig.1





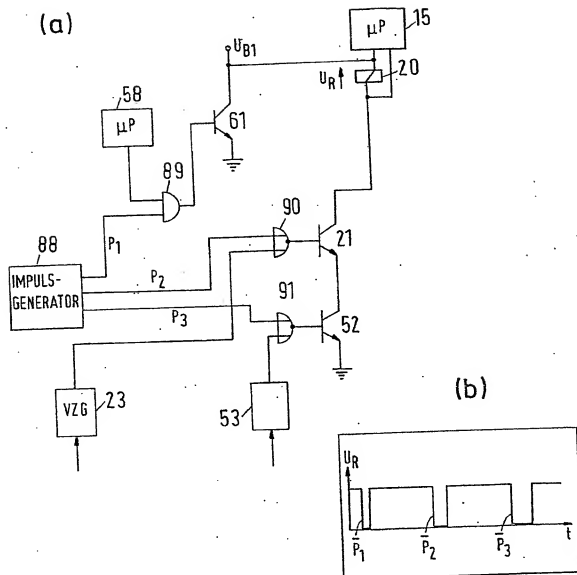


5/12



6/12

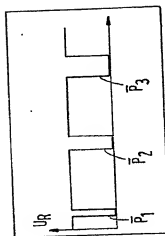
Fig.6



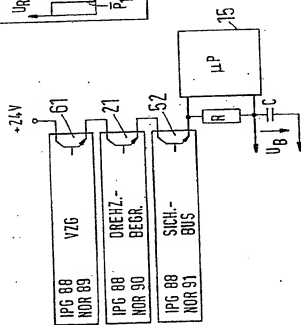
7/12

Fig.7

(b)



(a)



8/12

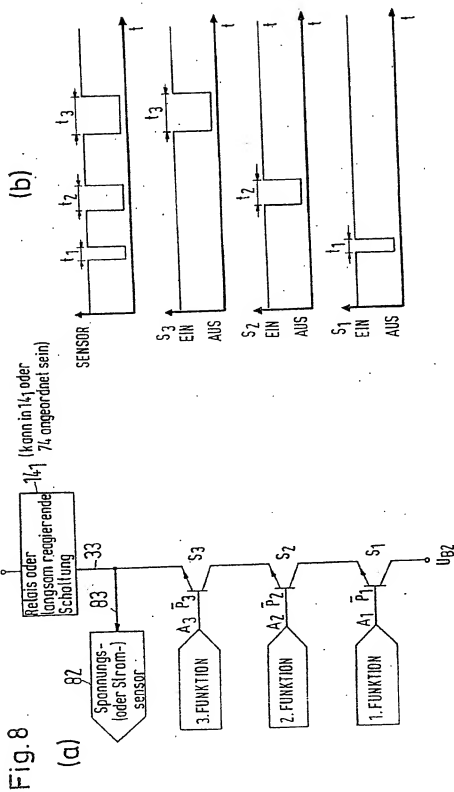
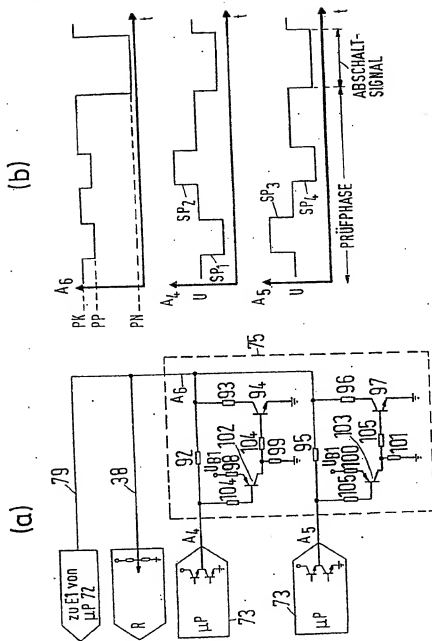
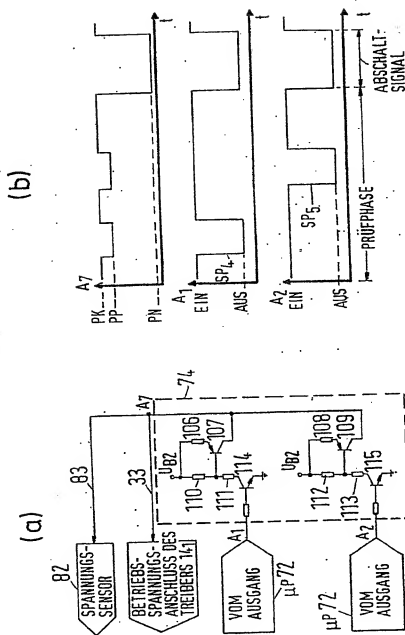


Fig. 9



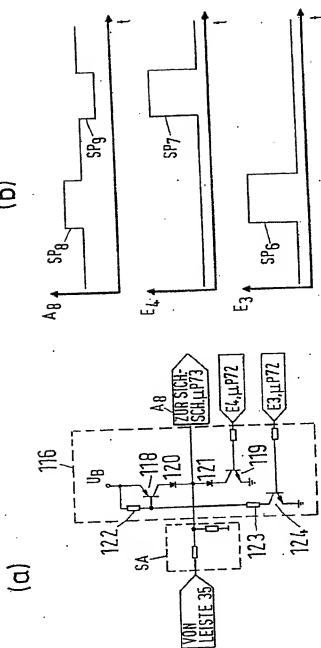
10/12

Fig.10

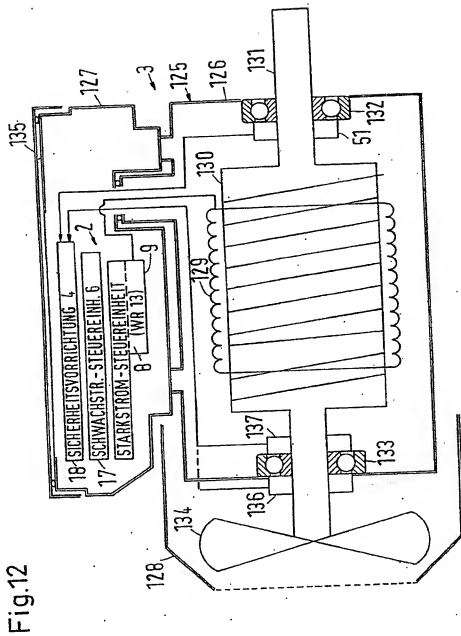


11/12

Fig.11



12/12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No
PCT/DK 03/00871

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02P3/06 G05B9/02 H02H3/05

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H02P G05B H02H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 587 640 A (EK ANDERS ET AL) 24 December 1996 (1996-12-24) column 1, line 55 column 2, line 20 column 2, line 49 -column 4, line 48	1-3
Y	---	4,5
Y	DE 43 30 823 A (BOSCH GMBH ROBERT) 16 March 1995 (1995-03-16) column 1, line 6 -column 4, line 32	4,5
A	---	1-15
A	US 2001/009294 A1 (KITAMURA TETSUO) 19 April 2001 (2001-04-19) page 1, paragraph 1 - paragraph 8	1-15
A	US 3 633 073 A (DAY ARTHUR REGINALD ET AL) 4 January 1972 (1972-01-04) column 1, line 5 -column 2, line 25	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

11 March 2004

24 MAR 2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

ANTONIO FARIETA/MN

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DK 03/00871

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5587640	A	24-12-1996	AU	3629895 A	19-04-1996
			BR	9509151 A	26-05-1998
			CA	2201289 A1	04-04-1996
			DE	69524635 D1	24-01-2002
			DE	69524635 T2	23-05-2002
			EP	0809822 A1	03-12-1997
			JP	10506520 T	23-06-1998
			NO	972652 A	19-06-1997
			RU	2137171 C1	10-09-1999
			WO	9610223 A1	04-04-1996

DE 4330823	A	16-03-1995	DE	4330823 A1	16-03-1995
			CH	689133 A5	15-10-1998
			GB	2281826 A ,B	15-03-1995
			IT	MI941854 A1	13-03-1995

US 2001000294	A1	19-04-2001	JP	2000064750 A	29-02-2000

US 3633073	A	04-01-1972	DE	2059687 A1	09-06-1971
			FR	2072938 A5	24-09-1971
			GB	1299586 A	13-12-1972
			JP	49018300 B	09-05-1974
			NL	7017517 A ,B,	08-06-1971

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DK 03/06871

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02P3/06 G05B9/02 H02H3/05

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikations symbole)
IPK 7 H02P G05B H02H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie* Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile

Betr. Anspruch Nr.

X	US 5 587 640 A (EK ANDERS ET AL) 24. Dezember 1996 (1996-12-24) Spalte 1, Zeile 55 Spalte 2, Zeile 20 Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 48	1-3 4,5
Y	---	4,5
Y	DE 43 30 823 A (BOSCH GMBH ROBERT) 16. März 1995 (1995-03-16) Spalte 1, Zeile 6 - Spalte 4, Zeile 32	
A	---	1-15
A	US 2001/000294 A1 (KITAMURA TETSUO) 19. April 2001 (2001-04-19) Seite 1, Absatz 1 - Absatz 8	
A	---	1-15
A	US 3 633 073 A (DAY ARTHUR REGINALD ET AL) 4. Januar 1972 (1972-01-04) Spalte 1, Zeile 5 - Spalte 2, Zeile 25 -----	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 - "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - "E" Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelsfrei erschließen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "V" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "W" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "X" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. März 2004

Anmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

24 MAR 2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentkanal
NL - 2280 LV Tilburg
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 661 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

ANTONIO FARIETA/MN

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. - des Aktenzeichens

PCT/DK 03/00871

Angaben zu Veröffentlichungen, die in dem				Publ. Nr.
Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5587640	A	24-12-1996	AU 3629895 A	19-04-1996
			BR 9509151 A	26-05-1998
			CA 2201289 A1	04-04-1996
			DE 69524635 D1	24-01-2002
			DE 69524635 T2	23-05-2002
			EP 0809822 A1	03-12-1997
			JP 10506520 T	23-06-1998
			NO 972652 A	19-06-1997
			RU 2137171 C1	10-09-1999
			WO 9610223 A1	04-04-1996
DE 4330823	A	16-03-1995	DE 4330823 A1	16-03-1995
			CH 689133 A5	15-10-1998
			GB 2281826 A ,B	15-03-1995
			IT MI941854 A1	13-03-1995
US 2001000294	A1	19-04-2001	JP 2000064750 A	29-02-2000
US 3633073	A	04-01-1972	DE 2059687 A1	09-06-1971
			FR 2072938 A5	24-09-1971
			GB 1299586 A	13-12-1972
			JP 49018300 B	09-05-1974
			NL 7017517 A ,B,	08-06-1971

Format: PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (Juli 1992)

NOT AVAILABLE COPY